This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

UC-NRLF
$B 304 266

BERKELEY
LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA

LES

PLANTES DE GRANDE CULTURE

CHARTRES. — IMP. DURAND, RUE FULBERT.

LES PLANTES

DE

GRANDE CULTURE

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN

MEMBRE DE L'INSTITUT

BLÉ

POMMES DE TERRE

BETTERAVES FOURRAGÈRES ET BETTERAVES DE DISTILLERIE

BETTERAVES A SUCRE

PARIS

GEORGES CARRÉ ET C. NAUD, ÉDITEURS

3, RUE RACINE

1898.

SB 187
F8D4

AVERTISSEMENT

Dans son essai sur l'*Économie rurale de la France*, Léonce de Lavergne évaluait en 1848 la production agricole de notre pays à 5 milliards de francs ; il la portait à 7 milliards 500 millions en 1871, époque à laquelle parut la dernière édition de son ouvrage.

On a déduit de l'enquête agricole de 1882, la plus récente que nous possédions, qu'à ce moment la production agricole de la France surpassait dix milliards (1), et il est probable qu'aujourd'hui la reconstitution de notre vignoble et les progrès incessants accomplis depuis quinze ans nous permettraient d'ajouter à ce dernier chiffre quelques milliards de plus.

Comment les cultivateurs ont-ils réussi à doubler, dans l'espace de cinquante ans, les valeurs qu'ils font chaque année surgir du sol ? J'ai essayé

(1) Ce nombre est inférieur à celui de l'enquête officielle ; il résulte d'une discussion approfondie de l'enquête de 1882, par M. Daniel Zolla. (Annales agronomiques, tome XIV, page 433, année 1888.)

M372072

de l'indiquer en étudiant quelques-unes de nos plantes de grande culture ; ces études, d'abord insérées dans la *Revue des Deux-Mondes,* complétées à l'aide des notions acquises depuis leur publication, sont réunies dans le présent volume.

L'augmentation des rendements, qui entre pour une large part dans le progrès accompli, est dû d'abord à un meilleur emploi des engrais. Au fumier de ferme, seul engrais employé depuis un temps immémorial, s'ajouta en Bretagne, pendant la première moitié du siècle, l'épandage du noir animal. Les effets qu'on en obtint furent si marqués, ses emplois se multiplièrent tellement, que bientôt les quantités d'os calcinés que les sucreries livraient à l'agriculture, devinrent insuffisantes.

Où trouver les phosphates nécessaires à une consommation de plus en plus active ? On l'ignorait encore en 1856, époque à laquelle parut l'important mémoire d'Élie de Beaumont, intitulé :

« Les gisements géologiques du phosphore ». L'auteur les énumérait et constatait avec effroi qu'ils étaient peu nombreux. Cette pénurie suggéra l'idée de faire rentrer dans la circulation la masse de phosphate de chaux contenue dans les ossements, qui tapissent les catacombes de Paris.

Avant d'en arriver à cette extrémité, il fallait s'assurer que des phosphates minéraux n'avaient pas échappé aux recherches ; sous l'impulsion d'Élie de Beaumont, celles-ci devinrent plus actives.

On apprit à reconnaître ces substances, que l'absence de caractères précis n'avait pas permis, jusqu'alors, de distinguer des pierres vulgaires.

Des explorations soignées montrèrent que, contrairement à l'opinion répandue, des phosphates sont disséminés à la surface de la terre avec une extrême profusion et que leur extraction est facile. Dès la fin de 1856, on trouva des nodules de phosphates de chaux: en France, à la limite des terrains crétacés et jurassiques ; dans les départements des Ardennes et de la Meuse, dans la Côte-d'Or, dans l'Indre et enfin sur plusieurs points du massif jurassique du Boulonnais. Ces nodules existent également en Angleterre et sont, en outre, répandus en Russie sur d'immenses surfaces. Bien plus récemment on les rencontra avec une extrême abondance dans la Nouvelle Caroline du Sud, dans la presqu'île de Floride et enfin en très grande quantité en Algérie et en Tunisie. Des poches de phosphorites furent découvertes : dans le Lot, dans le Tarn-et-Garonne et dans le Gard ; dans la vallée de la Guadiana, en Espagne. Enfin, dans les départements du Pas-de-Calais et de la Somme, des sables disséminés dans la craie accusèrent des proportions notables de phosphates de chaux.

La culture peut donc puiser à pleines mains dans ces nombreux gisements. Elle en a largement profité.

Les phosphates minéraux, traités par l'acide sulfurique, sont aujourd'hui universellement employés et le commerce des superphosphates a pris un énorme développement. A ces substances minérales, s'ajoutent avec grand avantage les engrais azotés ; au sulfate d'ammoniaque, produit par les usines à gaz et le traitement des vidanges, est venu se joindre le nitrate de soude, qu'une flotte entière transporte chaque année, de la côte chilienne du Pacifique, en Europe.

L'emploi des engrais chimiques a largement contribué à l'augmentation des rendements, et notre ancien collègue au Muséum d'histoire naturelle, Georges Ville, a rendu un service signalé en revenant sans cesse dans ses nombreux écrits sur les avantages que présente l'épandage, en temps opportun, du superphosphate et du nitrate de soude.

Les cultures fourragères ont pris, en outre, plus d'extension, les industries agricoles ont livré au bétail des résidus alimentaires de plus en plus abondants, nos étables, mieux garnies, nous ont fourni plus de fumier qu'on n'en possédait jadis et l'usage régulier des fumures mixtes, comprenant à la fois : du fumier et des engrais chimiques, a poussé nos rendements à des chiffres qu'on n'aurait jamais cru pouvoir atteindre, il y a 40 ans. Tout n'est pas fait cependant dans cette voie et nous n'utilisons que très incomplètement encore la belle décou-

verte d'Hellriegel et Willfarth, nous apprenant que les légumineuses fixent l'azote de l'air, par l'intermédiaire des bactéries qui pullulent dans les nodosités de leurs racines.

J'ai essayé de propager les cultures dérobées de légumineuses occupant le sol entre la moisson et les grands labours d'hiver. Cette pratique commence à se répandre : non seulement sur nos terres arables, mais aussi dans nos vignes et son extension sera certainement profitable.

Ce n'est pas uniquement en employant plus judicieusement les engrais que nous avons réussi à augmenter notre production, mais c'est encore en choisissant mieux les espèces appropriées à la richesse du sol et au climat. Ce choix est particulièrement important dans la culture du blé et telle variété, qui conduit à d'admirables rendements dans le Nord et le Pas-de-Calais, s'échaude dans les régions méridionales et ne fournit plus que de médiocres récoltes.

La culture des pommes de terre a été, pour ainsi dire, transformée pendant ces dernières années ; on verra, dans le chapitre que nous consacrons à cette étude, qu'en substituant aux tubercules plantés naguère, ceux qui appartiennent à des variétés apportées d'Allemagne, on peut doubler le produit à l'hectare et, comme la pomme de terre est un excellent aliment, non seulement pour les porcs, mais aussi pour les bêtes bovines,

l'extension de sa culture amène naturellement l'augmentation du bétail entretenu, et, par suite, la production du fumier. Atteinte il y a cinquante ans par une terrible maladie qui a sévi dans toute l'Europe, la pomme de terre a failli disparaître de nos cultures. On découvrit bientôt la cause du fléau. Mais, si les travaux de de Bary avaient démontré clairement la nature du champignon parasite qui, envahissant d'abord les feuilles, envoie ses ramifications jusqu'aux tubercules, on resta longtemps impuissant à triompher de ses ravages. Ce n'est que récemment qu'on a trouvé que les bouillies cuivriques, qui permettent de lutter victorieusement contre le mildiou de la vigne, conviennent également pour le traitement des pommes de terre et aujourd'hui, les cultivateurs soigneux savent se mettre à l'abri de la maladie qui, naguère encore, pouvait détruire en quelques semaines, les récoltes les plus luxuriantes.

Les remaniements incessants du mode de perception de l'impôt qui frappe la consommation du sucre ont conduit à changer à diverses reprises les variétés de betteraves cultivées. Aujourd'hui que l'impôt porte sur la betterave elle-même, il faut absolument semer des variétés riches en sucre. Malgré de grands efforts, on n'est pas arrivé encore à détrôner pour les sucreries la betterave « Vilmorin améliorée ». Remarquable par sa ri-

chesse en sucre, elle laisse seulement un peu à désirer pour l'abondance de ses rendements.

La culture de la betterave fourragère est encore, en général, très mal conduite. On s'est borné jusqu'à présent à ne chercher que le maximum de production à l'hectare, sans se préoccuper de la composition des racines récoltées. Je montre, dans le chapitre III, combien est défectueuse cette manière d'opérer. Ce n'est pas du choix des variétés, ni même de l'abondance des fumures que découlera le progrès, mais bien du mode de culture lui-même. Je fais voir qu'en semant les betteraves fourragères à de faibles écartements, en les maintenant serrées, on obtient un poids de récolte égal à celui que fournissent les grosses racines, mais qu'au lieu de récolter des betteraves très aqueuses, on en recueille un grand nombre de petites, bien plus riches en matières alimentaires.

La puissance des instruments destinés à la préparation du sol s'est considérablement accrue. Au vieil araire de nos pères, se sont substituées des charrues qui retournent le sol jusqu'à 30, 35 et même 40 centimètres. Pour briser les mottes qu'elles produisent, nous avons varié les formes de nos herses et alourdi nos rouleaux ; ils aplatissent les sillons et sur la surface unie du sol, les semoirs mécaniques déposent les graines, en lignes régulières. Après la levée, les

bineuses, mues par un cheval, enlèvent les mauvaises herbes et de nos champs bien travaillés disparaissent bleuets et coquelicots.

Nous savons, en outre, abattre nos récoltes plus rapidement que jadis ; en quelques jours, nos moissonneuses font la besogne qu'accomplissait lentement le pénible travail des faucilles et des faulx. Nos machines à battre remplacent, avec une célérité avantageuse, le battage au fléau et dès les premiers jours d'automne, nous pouvons conduire au marché notre récolte, dont nous ne disposions autrefois qu'à la fin de l'hiver.

La marche en avant a été continue. Ainsi qu'il a été dit au début de cette préface, les produits agricoles récoltés actuellement représentent une somme double de celle qui était obtenue, il y a cinquante ans.

Malgré ce progrès incessant, la situation des cultivateurs n'est pas aussi prospère qu'on pourrait le désirer. Le prix de vente des denrées agricoles a considérablement décru depuis dix ans ; on a attribué cette baisse à la concurrence étrangère et les clameurs des cultivateurs ont entraîné tout notre système économique dans la voie de la protection ; elle n'a présenté qu'une médiocre efficacité. D'années en années, la baisse du prix du blé s'est accentuée et l'élévation des droits de douane a eu une influence d'autant moindre que, grâce aux progrès de la culture,

nous recueillons dans les bonnes années de quoi subvenir à notre consommation. Il ne semble donc pas que ce soit en essayant de surélever artificiellement les prix de vente, qu'on trouvera le salut, mais bien en diminuant les frais de production, en abaissant les prix de revient.

Pour y réussir, il faut tirer de notre sol toutes les ressources qu'il renferme et tout d'abord, il faut savoir le travailler. En général, les cultivateurs y sont habiles, bien qu'ils soient guidés exclusivement par l'empirisme et que naguère encore, on sût à peine quel but on veut atteindre en ameublissant la terre. Ce but, je crois l'avoir montré récemment, c'est d'assurer au sol un large approvisionnement d'eau. Une terre bien travaillée absorbe infiniment plus d'eau qu'une terre non ameublie, et la conserve mieux; elle se dessèche moins aux ardeurs du soleil, et enfin s'égoutte plus aisément pendant l'hiver. Or, non seulement les plantes, qui croissent sur ces terres bien approvisionnées d'eau, ne souffrent pas de la sécheresse, mais elles sont, en outre, mieux nourries. Dans une terre meuble, l'air circule facilement et la combustion de l'humus fournit de l'acide carbonique dissolvant des phosphates, de la chaux, de la potasse.

La combustion porte également sur l'ammoniaque provenant de la décomposition des matières azotées de l'humus et les nitrates apparaissent.

Les analyses d'eaux de drainage, que j'ai exécutées pendant ces dernières années, m'ont montré qu'une terre en jachère fournit parfois, dans l'espace d'un an, la valeur de plus de 1000 kilos de nitrate de soude, c'est-à-dire infiniment plus que n'en exigent les récoltes les plus abondantes. Il est bien loin d'en être ainsi pour les terres emblavées et, même en supposant que tout l'azote contenu dans les récoltes ait été pris dans le sol sous forme de nitrates, on trouve que la nitrification a été infiniment moins active dans les terres ensemencées que dans les terres en jachère. Il est facile de découvrir la cause de ces différences. Nos plantes herbacées sont de puissants appareils d'évaporation; elles rejettent dans l'atmosphère la plus grande partie de l'eau tombée pendant la bonne saison; aussi, les terres qui les portent ne sont presque jamais saturées d'eau et, durant tout l'été, les drains restent secs; or, la condition même de la nitrification est l'humidité, et les terres en jachère ne fournissent d'énormes quantités de nitrates, que parce qu'elles ne sont pas soumises à l'action desséchante de la végétation.

Si donc nos terres recevaient habituellement un approvisionnement d'eau suffisant, on pourrait réduire prodigieusement les dépenses d'engrais azotés, le sol fournissant lui-même l'engrais le plus efficace, qu'à grands frais nous faisons venir d'Amérique.

Il ne faudrait pas croire que ces terres maintenues humides, et donnant elles-mêmes aux plantes les aliments les plus efficaces, perdissent rapidement leur richesse.

M. Berthelot nous a enseigné, en 1885, que des bactéries vivant dans le sol sont capables d'y fixer l'azote atmosphérique. Les conditions, favorables à la formation des nitrates, sont aussi celles qui déterminent la fixation de l'azote; de telle sorte qu'une terre bien garnie de matières organiques, par l'apport du fumier de ferme ou par l'enfouissement des engrais verts, peut fournir des nitrates, sans s'appauvrir en azote.

Pour que le cultivateur trouve un bénéfice à ses opérations, il faut que la vente des récoltes surpasse les dépenses qu'entraîne leur production. La somme, réalisée par la vente, découle du poids des marchandises vendues et de leur prix. Nous n'avons aucune action sur la hausse ou la baisse des prix et, puisque nous avons reconnu que l'intervention des pouvoirs publics, pour déterminer cette hausse, ne présente qu'une très médiocre efficacité, nous ne pouvons compter que sur nous-mêmes pour: d'une part, augmenter le poids des récoltes et d'autre part, diminuer les frais de culture. Or, cette diminution peut résulter, ainsi que je viens de le dire, d'un travail du sol mieux dirigé.

Si grands, cependant, que soient nos efforts

dans ce sens, leur succès reste subordonné aux conditions climatériques. Si bien ameublie que soit une terre, elle ne fournira que de médiocres récoltes quand le printemps sera sec, et la levée des betteraves manquera lorsque la pluie fera défaut au mois de mai. La réussite est donc soumise encore à l'arrivée opportune de la pluie. Si nous pouvions abreuver nos terres toutes les fois que cela est nécessaire, nos rendements croîtraient dans une énorme proportion.

La répartition régulière de l'humidité sur nos champs est-elle donc au-dessus de nos forces? ne serait-ce pas là l'immense entreprise réservée au siècle qui va s'ouvrir ?

Les irrigations, nécessaires dans notre région méridionale, y sont particulièrement faciles. Bornée au Sud par les Pyrénées, à l'Est par les Alpes, au Nord par le plateau central, sur lequel se dressent les monts d'Auvergne, cette région est entourée de cimes neigeuses d'où découlent, à chaque printemps, des eaux qu'il faut employer. Si elles arrivaient sur les campagnes échauffées par un soleil ardent, nous ne verrions plus, dans nos statistiques, notre midi ne nous fournir que 10 hectolitres de blé à l'hectare. Pour que ses rendements atteignent ceux de nos départements septentrionaux, il faut y répandre les eaux qui actuellement s'écoulent, inutilisées, jusqu'à la mer. Elles transformeraient notre France méridionale

en un immense jardin, exportant ses produits dans toute l'Europe.

Dans notre région septentrionale, les grands vents d'Ouest amènent des pluies fréquentes et les irrigations n'y sont pas *nécessaires*. Elles seraient très avantageuses cependant, car actuellement, nous l'avons dit, nos rendements restent subordonnés à l'arrivée opportune de la pluie. Lorsque le printemps est sec, les récoltes ne sont que médiocres et si cette sécheresse persiste pendant l'été, elle amène des désastres, comme on l'a vu en 1893. Jusqu'à présent, on s'est borné à capter les eaux des sources pour alimenter les grandes villes; si on répandait sur les plateaux les eaux empruntées aux rivières, nos champs produiraient *régulièrement* les admirables récoltes qu'ils ne fournissent que dans les bonnes années.

La construction d'un vaste réseau de canaux d'irrigation donnerait à la production agricole de la France un essor prodigieux; au lieu de doubler comme elle l'a fait pendant les cinquante dernières années, elle triplerait sans doute dans le demi-siècle suivant, car nous mettrions en jeu: non seulement les fumures abondantes, appliquées sur un sol bien ameubli à des variétés choisies, comme nous le faisons aujourd'hui, mais en outre nos terres largement abreuvées prélèveraient sur l'atmosphère un ample approvisionnement d'azote

assimilable. L'humidité nécessaire au développement des végétaux et au travail des ferments de la terre est la condition même de la fertilité. C'est elle, et elle seule, qui assure la réussite des plantes de grande culture.

P. P. D.

Juillet 1897.

LES PLANTES
DE GRANDE CULTURE

LE BLÉ

Pendant l'année 1894, une des plus favorables du siècle, la culture du blé s'est étendue en France sur 6,991,449 hectares ; le rendement moyen de l'hectare a été de 17 hectolitres 52 ; la récolte totale de notre pays s'est donc élevée à plus de 122 millions d'hectolitres, ou encore si, au lieu de mesurer le grain, on le pèse, à 93,671,000 quintaux de 100 kilos.

Le prix moyen du quintal a été de 19 fr. 85 correspondant à 15 fr. 21 pour l'hectolitre ; le grain produit vaut donc environ 1,860 millions, et comme ces 93 millions de quintaux de grains ont été portés vraisemblablement par 186 millions de quintaux de paille à 6 francs le quintal, cette paille représentait encore 1,116 millions de francs. La valeur produite par les cultivateurs de blé pendant l'année 1894 représente par conséquent une somme totale de près de 3 milliards.

La récolte de 1894 a été exceptionnelle, la moyenne des vingt dernières années est seulement de 81 millions de quintaux; en les comptant à 20 francs, ce qui est au-dessous de la réalité, on trouverait que le grain seul représente 1,600 millions, en y ajoutant 500 millions pour la paille, qui atteint rarement le prix de 1894, on arriverait à 2,100 millions.

La culture du blé produit donc annuellement en France une valeur qui dépasse 2 milliards, et on conçoit quelles inquiétudes ressentirent les membres du gouvernement et ceux du Parlement quand, il y a dix ans, les cultivateurs de blé déclarèrent qu'il fallait renoncer à le produire; qu'au prix où il était tombé, sa culture devenait onéreuse et qu'on était contraint de l'abandonner. Tandis que de 1875 à 1882, le prix de l'hectolitre de blé avait dépassé 20 francs, il avait fléchi à 19 fr. 16 en 1883, puis à 17 fr. 76 en 1884; c'est ce prix qu'on déclara ruineux, affirmant que la somme dépensée pour produire un hectolitre de blé, que le prix de revient, s'élevait à 20 francs et, par suite, dépassait de beaucoup le prix de vente.

Sans hésiter, on attribua la baisse aux importations de blé étranger, et malgré la répugnance bien légitime qu'éprouvaient des assemblées démocratiques à élever artificiellement le prix du grain qui forme la base de l'alimentation nationale, la poussée des idées protectionnistes fut trop forte

pour qu'on y résistât; les droits imposés au quintal de blé étranger furent d'abord de 3 francs, on les éleva ensuite à 5 francs, puis à 7 francs.

Or, si de 1887 à 1888 l'hectolitre de blé se vendit en moyenne en France au-dessus de 18 francs, si même il s'éleva à 19 francs en 1890, et dépassa 20 francs pendant la mauvaise année 1891, depuis cette époque et malgré des droits protecteurs extraordinairement élevés, les prix sont tombés à 17 fr. 87 en 1892, à 16 fr. 55 en 1893, à 15 fr. 21 en 1894 et à 14 francs en 1895; puis, sous l'influence de causes multiples, disette dans l'Inde qui au lieu d'exporter du blé en achète, peut-être aussi épuisement du stock de l'importation formidable qui s'est produite au moment où les droits de douane ont été modifiés, brusquement en décembre 1896, le prix s'est élevé à 16 francs l'hectolitre, 22 francs le quintal et s'est maintenu à ce taux pendant les premiers mois de 1897, pour atteindre 24 francs au mois de juillet de cette même année.

Visiblement les droits de douane sont impuissants à maintenir les prix aussi hauts qu'on l'avait espéré. Il est bien à remarquer, au reste, que la baisse, qui a persisté jusqu'à la fin de 1896, n'a pas produit les effets funestes qu'on avait prédits, on n'a nullement renoncé à la culture du blé; elle couvrait 6,956,765 hectares en 1885, elle a dépassé 7 millions d'hectares en 1889, 1890 et 1893 et en a occupé encore 6,997,449

en 1894, et comme on ne peut pas supposer que les cultivateurs s'obstinent à produire à perte, il faut bien admettre que le chiffre, sur lequel on s'appuyait pour forcer les hésitations du Parlement, était erroné et que le prix de revient de l'hectolitre de blé n'est pas de 20 francs.

Quel est-il donc? Il importe de bien préciser cette notion, car si elle est clairement établie, la marche à suivre pour surmonter les difficultés dans lesquelles nous nous débattons aujourd'hui sera nettement indiquée.

I. — LE PRIX DE REVIENT DE L'HECTOLITRE DE BLÉ.

On l'obtient en établissant d'une part les dépenses qui incombent à la culture d'un hectare de blé, en défalquant de ces dépenses la valeur de la paille, puis en divisant la somme ainsi diminuée par le nombre d'hectolitres recueillis.

Le numérateur de la fraction qu'il s'agit de calculer est formé par la somme d'un grand nombre de termes dont quelques-uns correspondent bien à des dépenses réellement effectuées, tandis que d'autres, sont simplement évaluées et peuvent dès lors être enflées ou atténuées, suivant qu'on a intérêt à grossir ou à diminuer le prix de revient.

Les sommes payées au propriétaire pour la location de l'hectare, au percepteur pour les im-

pôts, la facture du marchand d'engrais et de semences, le salaire des moissonneurs, des batteurs figurent au numérateur et sont bien des dépenses réelles, l'argent est sorti de ma caisse et je ne suis pas maître d'enfler ou d'amoindrir la somme versée, mais j'inscris encore les dépenses de labour, de hersage, de semailles, travaux exécutés par mes ouvriers, mes bœufs, mes chevaux ; j'inscris la valeur du fumier employé, ou les résidus des fumures antérieures ; or ces dépenses sont réelles mais impossibles à évaluer avec exactitude, et il y a de ce côté quelque incertitude ; le numérateur de notre fraction est donc quelque peu flottant ; le dénominateur, le nombre diviseur qui représente la quantité d'hectolitres récoltée est au contraire observé régulièrement ; il présente d'énormes variations, suivant les conditions dans lesquelles nous sommes placés.

C'est le quotient de cette fraction, le rapport des dépenses au nombre d'hectolitres récoltés qui représente le prix de revient.

Si les dépenses sont faibles, il ne sera pas nécessaire de les diviser par un gros chiffre pour avoir un prix de revient très bas, tandis que, si les dépenses sont considérables, on n'aura un prix de revient faible qu'avec de grands rendements.

Le pionnier américain qui défriche les milliers d'hectares des plaines de l'Ouest des États-Unis et profite des richesses accumulées dans le sol par

la culture herbacée qui le couvre depuis des milliers d'années, réduit ses travaux et par suite ses dépenses au minimum : il laboure, égalise son champ à la herse, sème, puis cesse tout travail. Si les conditions saisonnières ne sont pas trop défavorables, le blé lève, se développe et mûrit sa graine; sans doute le rendement sera minime, mais, quand bien même il se réduirait à 10 hectolitres de grain, il y aura encore avantage à faire passer, dans ces maigres récoltes, des moissonneuses-lieuses, à battre rapidement, en chauffant avec la paille la locomobile qui anime la machine à ensacher, et à expédier à Chicago; si les dépenses afférant à un hectare n'excèdent pas 50 francs, le prix de revient de l'hectolitre ne sera que 5 francs et on réalisera un gros bénéfice en vendant 9 francs, prix actuel à Chicago.

Il n'en est plus ainsi dans nos grandes fermes du nord de la France; le loyer de la terre est élevé, et si l'exploitation emploie sa paille, qu'elle ne soit pas vendue comme elle l'est aux environs de Paris, il faut forcément que le rendement soit élevé pour que le prix de revient ne surpasse pas le prix de vente.

Mon collègue à l'École de Grignon, M. D. Zolla, a relevé chez un fermier de Seine-et-Oise le compte blé pendant plusieurs années (1); en 1884,

(1) *Études d'économie rurale ;* Paris, Masson, p. 222. *Annales agronomiques,* tome XX, page 161.

les dépenses se sont élevées à 610 fr. 59 par hectare, on avait produit 33 hectolitres et 1,155 bottes de paille de 5 kilogrammes 5; les recettes ont atteint 849 fr. 82, et le prix de revient 8 fr. 26; c'est l'année où ce prix a été le plus faible; pendant la mauvaise année 1891, il s'est élevé à 13 fr. 92 pour retomber à 9 fr. 86 en 1892. Un membre du Parlement, M. Lesage, au moment de la discussion des droits de douane, a calculé le prix de revient du blé dans une exploitation qu'il avait conduite lui-même; en défalquant les pailles, il a trouvé 9 fr. 59 l'hectolitre. M. Garola, professeur départemental d'Eure-et-Loir, donne comme prix de revient d'une bonne ferme de son département 12 fr. 86 par hectolitre.

Il est inutile de multiplier ces exemples, il est clair que plus le prix de vente est faible et plus il faut que le prix de revient s'abaisse pour que la différence entre ces deux chiffres, c'est-à-dire le bénéfice, soit sensible, et puisque la surélévation des droits de douane est impuissante à maintenir les cours, que tous les efforts tentés pour déterminer une hausse artificielle ont été vains, et qui si cette hausse s'est produite dans ces derniers temps, les lois fiscales n'y sont pour rien; nous sommes acculés à la nécessité de produire à bas prix, c'est-à-dire d'une part de diminuer nos dépenses et de l'autre d'augmenter nos rendements.

La diminution du prix de location de la terre a

été très marquée depuis dix ans, elle a suivi l'abaissement du taux de l'intérêt de toutes les valeurs, et de même que le rentier ne touche plus maintenant que 3 francs pour un capital de 100 francs, tandis qu'il en recevait 5 il y a quinze ou vingt ans, de même un hectare de terre qui se louait 100 francs est tombé à 80, 70 et même plus bas; en outre, on a substitué, aussi souvent qu'on l'a pu, le travail des animaux à la main-d'œuvre humaine, le semoir, la moissonneuse sont traînés par des chevaux ou des bœufs, la machine à battre est actionnée par une locomobile; ce sont là, il faut le reconnaître, de petites économies et qui ne sont pas sans provoquer la gêne des propriétaires ou celle des ouvriers; il n'en va plus de même de l'élévation des rendements, non seulement en abaissant le prix de revient au-dessous du prix de vente, elle assure le bénéfice du cultivateur et fait entrer l'aisance dans la ferme, mais en outre, en produisant une plus grande masse de matières alimentaires à bas prix, elle augmente le bien-être de la population, et accroît la prospérité générale. Guidée par une science, chaque jour plus éclairée, la culture a fait dans ces dernières années des progrès assez marqués pour que personne en France ne soit plus privé de pain de froment. L'exposé de ces progrès est le sujet de ce chapitre.

II. — PLACE DU BLÉ DANS L'ASSOLEMENT. — JACHÈRE ET PLANTES SARCLÉES.

L'histoire économique de l'ancienne France est navrante; périodiquement la disette, la famine même, reviennent, traînant derrière elles leur cortège habituel de maladies, de misères et de désordres; la crainte de voir la population manquer de pain affole les pouvoirs publics; ils entassent règlements sur ordonnances: pour faire arriver le grain sur le marché, pour le retenir dans la province; le commerce paralysé est impuissant; les paniques déterminent l'exagération des cours, puis quand elles cessent: leur effondrement. Toutes ces misères sont œuvre humaine; si on avait reconnu plus tôt que la liberté complète du commerce des grains est seule capable d'assurer les approvisionnements réguliers, on les eût évitées, car les procédés de culture étaient très judicieusement appropriés aux conditions dans lesquelles on se trouvait.

On pratiquait l'assolement triennal, qui, encore en usage dans certaines parties de la France, remonte, dit-on, à Charlemagne: pendant une première année, la terre reçoit le peu de fumier dont on dispose, elle est labourée, travaillée à diverses reprises, on la débarrasse ainsi des

plantes adventives, mais on ne lui demande aucune récolte ; pendant toute une année, le guéret bien ameubli reste exposé à l'air, et c'est seulement à l'automne qu'on sème le blé.

Pourquoi cette année sans récolte, pourquoi cette longue période de repos ? Est-ce seulement pour avoir le loisir de détruire les plantes adventives qui pullulent dans les blés semés à la volée, très vite inabordables au printemps, qu'on laissait la terre inactive ? Non, le bénéfice qu'on tirait de la jachère était bien plus élevé que celui qu'aurait pu procurer le seul nettoyage du sol ; ce bénéfice tenait à des causes plus profondes qu'on vient seulement de pénétrer.

On sait combien sont énormes les quantités d'azote combiné que renferment nos terres cultivées ; on en trouve souvent de 1 à 2 millièmes, ce qui représente pour un hectare de terre pesant approximativement 4,000 tonnes, de 4,000 à 8,000 kilogrammes d'azote combiné ; or, les exigences d'une très forte récolte de blé sont de 100 kilogrammes d'azote environ ; le sol contient donc infiniment plus d'azote qu'il n'est nécessaire pour alimenter les plantes qu'il porte, et cependant l'expérience nous enseigne qu'on n'obtient de forts rendements qu'à la condition d'introduire, dans cette terre surchargée d'azote, des engrais azotés.

Visiblement, dans ces grandes réserves du

sol, l'azote se trouve à un tel état que les plantes ne peuvent l'utiliser; c'est qu'en effet, l'humus formé de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote, est une substance très stable, d'une décomposition lente et difficile; son inertie est la cause même de son accumulation dans le sol: s'il était soluble ou très altérable, il disparaîtrait.

Lentement, cependant, sous l'influence des ferments qui pullulent dans la terre, l'humus se brûle; son carbone s'unit à l'oxygène de l'air et s'échappe sous forme d'acide carbonique, son hydrogène forme: avec l'oxygène, de l'eau, avec l'azote, de l'ammoniaque. Bien que très soluble, celle-ci n'est pas entraînée, on ne la retrouve pas dans les eaux d'égouttement, mais elle subit une dernière métamorphose qui l'amène à une forme telle qu'elle est ou saisie par les végétaux, ou entraînée par l'eau; l'ammoniaque devient la proie des ferments nitreux, puis nitrique: du nitrate de chaux, du nitrate de potasse apparaissent, les plantes se les assimilent et prospèrent, car de tous les engrais azotés les nitrates sont les plus efficaces.

Pour que les réserves du sol deviennent utilisables, il faut qu'elles se transforment, et cette transformation ne se produit que si la terre est aérée et humide.

La terre n'est bien aérée qu'autant qu'elle est ameublie par les instruments; mais le travail des

terres argileuses n'est pas toujours possible; sèches ou trop humides, elles sont inabordables; si même on les laboure, quand elles ne sont pas convenablement égouttées, on les transforme en grosses mottes, irréductibles par les herses ou les rouleaux, et s'aèrent mal. Or il est bien plus facile de trouver le moment opportun pour labourer, quand la terre est découverte, que lorsque le travail se place pendant la période de courte durée qui sépare une récolte de la suivante. Nos pères avaient peu d'engrais, il fallait tirer du sol tous les aliments des végétaux, et la nécessité de très bien exécuter les travaux militait déjà en faveur de la jachère nue; mais ce n'est pas là cependant la cause qui justifie complètement leur manière d'agir. Pour que les métamorphoses qui amènent l'azote du sol à être utilisable puissent se produire, il faut que la terre soit humide; or, on n'est sûr de lui conserver l'humidité nécessaire que si on la maintient nue, privée de végétaux.

Les études poursuivies à l'aide des cases de végétation de Grignon l'ont clairement démontré; ces cases sont de grandes caisses carrées en ciment; elles ont deux mètres de côté et un mètre de profondeur; elles renferment quatre mètres cubes de bonne terre qui repose sur un lit de cailloux, au travers duquel les eaux qui ont traversé le sol s'écoulent jusqu'à une rigole centrale, qui les conduit dans de grands vases où

elles sont recueillies; à intervalles réguliers on les mesure, puis on les soumet à l'analyse.

La plupart de ces cases portent, chaque année, des plantes variées; on y cultive des betteraves, des pommes de terre, du blé, du trèfle, de la vigne, mais quelques-unes sont depuis six ans en jachère; or, tandis que pendant l'année agricole: mars 1894-mars 1895, les terres emblavées n'ont laissé couler que de très faibles quantités d'eau de drainage, les terres en jachère ont été traversées par des quantités d'eau notables, renfermant en moyenne, si on calcule pour l'écoulement d'un hectare pendant toute l'année: 76 kilogrammes 4 d'azote nitrique. Pendant l'année: mars 1895-mars 1896, les mêmes faits se sont reproduits; les terres emblavées n'ont rien laissé couler, tandis que les terres en jachère ont fourni 91 millimètres d'eau de drainage renfermant, en moyenne, pour un hectare, 110 kilogrammes d'azote nitrique. Les différences ont été encore plus marquées durant la dernière saison; on a recueilli des cases en jachère, bien que, comme les années précédentes, elles aient été privées d'engrais azotés, la valeur de 200 kilogrammes d'azote nitrique par hectare, quantité énorme, infiniment supérieure à celle qu'on a recueillie des terres emblavées (1).

---

(1) *Annales agronomiques*, tome XXIII, p. 321.

Actuellement les cultivateurs habiles fortifient leur blé avec 100 ou 200 kilogrammes de nitrate de soude distribués au printemps ; ces doses renferment de 15 à 30 kilogrammes d'azote nitrique ; c'est-à-dire infiniment moins que n'en produit la terre de Grignon, maintenue en jachère. La production des nitrates y surpasse, et de beaucoup, celle des terres emblavées constamment asséchées par les plantes, qui sont des appareils d'évaporation formidables.

Ainsi, les nitrates prennent naissance dans une terre en jachère ; ils y sont abondants parce que la terre est aérée et humide, et, nous le répétons, cette dernière condition n'est réalisée que parce que la terre ne porte pas de végétaux, qui sans cesse rejettent dans l'atmosphère l'eau que leurs racines enlèvent au sol.

Une partie des nitrates, formée par les terres en jachère, est perdue, entraînée par les eaux qui traversent le sol ; cette perte n'est pas très forte cependant, car les drains coulent rarement pendant l'été ; c'est à l'automne, au moment des grandes pluies, que les nitrates formés pendant les chaleurs de l'été sont entraînés par les eaux ; or, ce moment est précisément celui des semailles du blé d'hiver, et aussitôt que le blé commence à émettre des racines, celles-ci s'emparent avidement des nitrates formés ; j'ai reconnu, en effet, il y a plusieurs années, que les eaux de drainage

des terres nues étaient bien plus chargées pendant l'hiver, que celles qui coulaient de terres récemment emblavées en froment.

Aujourd'hui, bien pourvus d'engrais, nous blâmons cette pratique de la jachère, et nous l'abandonnons avec juste raison ; mais n'est-il pas admirable que, par simple empirisme, à force d'observations longtemps répétées, nos pères aient su réaliser la formation des agents de fertilité les plus précieux dont ils ignoraient profondément l'existence, et qu'ils aient ainsi pallié leur manque d'engrais (1)?

Il a fallu que les avantages de laisser la terre nue fussent bien visibles pour que partout on consentît à la travailler pendant une année entière, sans lui demander de récolte ; on voulait qu'elle se reposât ; en réalité le travail intérieur y était au maximum puisque, sans le savoir, on y réalisait les conditions nécessaires à l'activité des ferments, qui amènent l'azote à la forme essentiellement assimilable de nitrates.

La pratique de la jachère disparaît peu à peu, elle n'a plus de raison d'être ; nous faisons précéder la culture du blé de plantes assez écartées pour que le passage des instruments employés à la destruction des mauvaises herbes soit toujours

(1) *Annales agronomiques*, tome XXII, p. 257-515.

facile; en outre, nous disposons d'une quantité d'engrais suffisante pour qu'il ne nous soit plus avantageux de tirer exclusivement, de la transformation de l'humus du sol, les nitrates qu'utilisent nos récoltes, en payant cette transformation de la perte d'une année de récolte.

Actuellement dans la région septentrionale de la France, la culture du blé est précédée de celle des betteraves ou des pommes de terre, naguère de celle du colza ; dans le midi, du maïs à graines. Toutes ces plantes appartenant à des familles différentes, présentent au point de vue agricole un caractère commun, les pieds sont assez écartés les uns des autres pour que des houes à cheval, ou encore, si la main-d'œuvre n'est pas chère, pour que des ouvriers armés de la raclette, puissent, à plusieurs reprises, couper, détruire les mauvaises herbes, qui, sur les sols bien pourvus d'engrais, pullulent, dominent et finiraient, si on ne les combattait énergiquement, par réduire la récolte ; toutes les cultures qui permettent ce travail sont désignées sous le nom de cultures sarclées.

Dans le Nord, le Pas-de-Calais, la Somme, l'Aisne, l'Oise, Seine-et-Marne, à part quelques pièces consacrées au trèfle ou à la luzerne, on ne cultive guère que deux plantes, la betterave et le blé, qui se succèdent indéfiniment. Les praticiens disent de la betterave qu'elle paie bien sa fumure,

c'est-à-dire que sa récolte croît avec la quantité d'engrais répandue ; or, on hésite d'autant moins à bien fumer que cette culture entraîne l'entretien d'un nombreux bétail ; si on sème la betterave fourragère, on ne le fait que pour nourrir des vaches laitières ou engraisser des bœufs, et par suite le fumier devient d'autant plus abondant que la sole couverte de betteraves fourragères est plus étendue. Si on sème des betteraves destinées à la sucrerie ou à la distillerie, on retrouve, après le traitement, des pulpes, de telle sorte que toujours la culture de la betterave conduit à l'entretien d'un bétail nombreux et assure la production du fumier. Le blé, qui succède aux racines, arrive donc sur un sol enrichi par la fumure prodiguée aux betteraves ; en outre, celles-ci sont des plantes bisannuelles ; au moment où on les arrache au mois d'octobre, elles sont encore en pleine vigueur, et les débris qu'on laisse sur le sol, collets garnis de feuilles, extrémité de la racine, donnent, en se décomposant dans le sol où ils sont enfouis, de l'ammoniaque dont le blé profite.

Dans les terrains secs, où la réussite de la betterave n'est pas assurée, on lui substitue comme plante sarclée précédant le blé : la pomme de terre. Les résidus qu'elle laisse dans le sol sont bien moins abondants ; au moment de la récolte des tubercules, les fanes sont mortes, tous les principes qu'elles ont élaborés pendant l'été

ont été résorbés dans les tubercules, et les proportions d'azote qu'on trouve dans ces tiges desséchées, noircies, sont insignifiantes. En revanche, les travaux nécessaires aux semailles du blé sont bien plus faciles à exécuter après la récolte des pommes de terre qui a lieu en septembre, qu'après l'arrachage des betteraves, qui précède de peu de jours le moment où il faut semer le blé d'hiver. Quoi qu'il en soit, l'enrichissement du sol par les résidus des fumures qu'exige la betterave, par l'enfouissement des débris qu'elle laisse après elle, est tel, que c'est dans la région betteravière que les rendements du blé à l'hectare sont les plus élevés.

III. — PRÉPARATION DU GRAIN. — SEMAILLES. — LE BLÉ PENDANT L'HIVER.

Nous avons fait diligence; rapidement nous avons enlevé nos betteraves, arraché et rentré nos pommes de terre, retourné notre trèfle; notre terre est fumée, labourée, hersée, roulée, prête pour les semailles; avant d'y procéder, il faut être certain que le grain que nous allons confier au sol est exempt des germes de parasites qui pourraient compromettre la récolte. Deux champignons sont particulièrement à craindre: la carie et le charbon. Leurs spores adhèrent aux grains de blé; quand on sème une graine

contaminée, le parasite qu'elle renferme se développe en même temps que le blé lui-même ; au moment où le grain se forme, il est envahi, et au lieu de farine blanche, les enveloppes ne contiennent plus qu'une multitude de spores noyées dans une matière noire, à odeur fétide.

On réussit à tuer ces spores à l'aide du sulfate de cuivre, qui exerce sur nombre de champignons une action spécifique des plus curieuses ; on sait que les *bouillies,* à l'aide desquelles on combat victorieusement le peronospora de la pomme de terre ou le mildew de la vigne, sont à base de sulfate de cuivre. Son efficacité contre la carie du blé avait été reconnue, dès le commencement du siècle, par Benedict Prevost ; mais, à cette époque, on se refusa à l'employer, par crainte de ses propriétés vénéneuses qu'on avait fort exagérées. Aujourd'hui nous sommes revenus de ces terreurs ; on dissout 1,500 grammes de sulfate de cuivre dans un hectolitre d'eau et on y plonge les grains contenus dans une corbeille ; après cette immersion, on les sèche, puis on les saupoudre de farine de chaux, et on peut dès lors les semer avec sécurité.

Parmi les avantages que présente une bonne préparation du sol, bien aplani par les herses et les rouleaux, se place, en première ligne, l'emploi du semoir. Après bien des changements, des modifications, cet instrument est devenu d'un usage

habituel. Il consiste essentiellement en une grande boîte rectangulaire, fixée en travers d'un bâti sur roue traîné par un cheval. Cette grande caisse horizontale renferme, outre le grain, l'appareil distributeur; on conçoit sans peine qu'un engrenage, mis en mouvement par le déplacement même de l'instrument, fasse tourner un axe horizontal portant des disques, auxquels sont fixées de petites cuillères qui se chargent de grains et les déversent dans une série de petites trémies, d'où ils s'écoulent dans des tubes régulièrement espacés qui le conduisent jusqu'au sol; ces tubes sont formés de plusieurs parties s'emboîtant les unes dans les autres; étant ainsi articulés, ils suivent aisément les ondulations du terrain; chaque tube porte en avant un petit soc qui ouvre dans le sol un léger sillon, le grain y est déposé, puis immédiatement recouvert d'une légère couche de terre par l'instrument lui-même.

En général, les lignes sont espacées de 18 à 20 centimètres, largeur suffisante pour qu'on puisse faire passer entre elles les instruments destinés à détruire les plantes adventices; ce sarclage, facile dans les blés semés en ligne, devient très vite impraticable dans les blés semés à la volée; l'emploi du semoir procure en outre une notable économie de semences; au lieu de 2 hectolitres à 2 hectolitres et demi nécessaires au semis à la volée d'un hectare, 150 litres suffisent

au semis en ligne. Si l'emploi du semoir était général, les semailles de nos 7 millions d'hectares exigeraient 10 à 11 millions d'hectolitres au lieu de 17; la différence, au prix actuel, représente 100 millions de francs.

La vue de la machine criarde, qui lentement parcourt les guérets, n'éveille aucune idée poétique, et on se prend à regretter le semeur s'avançant à pas réguliers, sans dévier, vers le point que constamment il fixe du regard; autour de son bras gauche, il a replié l'extrémité de son long tablier pour en faire un sac dans lequel il puise la semence qu'il lance d'un grand geste circulaire. On comparait volontiers l'écrivain qui répand ses idées, au modeste ouvrier qui prépare la moisson nouvelle, mais, quand bien même cette image disparaîtrait du langage, comme le semeur de nos champs, on se consolerait en pensant qu'en économisant 6 à 7 millions d'hectolitres de blé chaque année, on assure le pain de 2 à 3 millions de personnes.

Sous le climat de Paris, on sème le blé à la fin d'octobre ou au commencement de novembre; si l'automne est doux, quinze jours plus tard, les lignes vertes commencent à apparaître, le blé est levé.

Avec l'hiver s'ouvre la période critique; si la neige arrive, rien n'est perdu; elle couvre les jeunes plantes d'un voile épais qui les protège contre les froids excessifs et surtout contre les ardeurs du soleil. Quand ses rayons frappent une

plante dont la racine est emprisonnée dans une terre gelée, l'échauffement produit par les radiations détermine l'évaporation de l'eau que contient la feuille, et comme la racine ne peut rien lui fournir, la feuille se dessèche et périt ; la récolte est perdue. Nous avons eu, depuis vingt ans, deux récoltes déplorables : en 1879, après un hiver dont les rigueurs sont restées célèbres, nous n'avons obtenu que 79 millions d'hectolitres ; et en 1891, encore après une longue période de froid, 77 millions ; le déficit a été énorme, et les droits d'entrée sur le blé ont dû être réduits.

Quand le blé d'hiver a été détruit par la gelée, et qu'en mars il faut hâtivement recommencer les semailles du blé de printemps, bien moins prolifique que les variétés qui supportent habituellement l'hiver, les quantités récoltées sont toujours très réduites et une large importation nécessaire.

Heureusement, les tièdes vents d'ouest qui nous arrivent, chargés des brumes de l'Océan, dominent dans notre région du Nord de la France, et nous pouvons y cultiver sans grand danger les blés prolifiques d'origine anglaise ; mais déjà dans l'Est leur destruction par les froids de l'hiver est assez fréquente, pour qu'on sème surtout des variétés, à rendements moins élevés, mais plus résistantes à la gelée.

A voir, au commencement du printemps, les petites plantes qui ont victorieusement supporté

l'hiver, on serait porté à croire qu'engourdi par le froid, le blé n'a guère progressé; ce serait une erreur; mais son travail presque entièrement souterrain échappe à l'observation; pour le suivre aisément, j'ai ensemencé, depuis plusieurs années, un talus qui borde une route dominant de $1^{m},50$ environ mon champ d'expériences de Grignon, de telle sorte qu'il suffit d'un coup de bêche et de deux ou trois arrosages à l'aide d'une seringue de jardinier, pour avoir les racines sous les yeux; au moment d'une première observation, le 15 décembre 1893, les tiges n'avaient encore que 7 ou 8 centimètres, elles étaient liées au grain qui leur avait donné naissance par une petite tigelle blanche, formant à son arrivée à la lumière un nœud d'où partaient les premières feuilles; du grain s'échappaient des racines fines, grêles, s'enfonçant profondément jusqu'à 20, parfois 30 centimètres. Six semaines plus tard, le spectacle était changé, l'hiver avait été clément et le travail souterrain très actif; les racines, au lieu de partir exclusivement du grain, s'échappent du renflement, du nœud qu'a formé la tige en arrivant à la lumière; on peut encore apercevoir le grain fixé à la petite tige souterraine, mais il est réduit aux enveloppes; tout l'amidon, tout le gluten, ont disparu; ils ont servi, d'une part, à former les jeunes organes, et, de l'autre, à entretenir la combustion qui a favorisé les transformations des

réserves de la graine en éléments propres à l'élaboration des racines et des feuilles; celles-ci sont devenues plus nombreuses; elles partent du renflement de la tige à la surface du sol, du *collet*.

Au mois de mars, on constate, en général, que la petite tige blanche souterraine a disparu, que les premières racines sont mortes, mais que du collet, il en a surgi de nouvelles, nombreuses, très ramifiées et couvertes de petits poils bien visibles au microscope qui, à cause de leurs fonctions, sont nommés poils absorbants ; en même temps du collet sont parties plusieurs tiges nouvelles, le blé a *tallé*.

Chacune de ces tiges portera un épi ; il y aura donc avantage à favoriser le tallage du blé; on y réussit en *roulant* ou même en *hersant,* c'est-à-dire en faisant passer dans les champs un rouleau qui écrase les jeunes tiges ou encore une herse à dents de fer; ce dernier travail aura pour effet d'enlever nombre de mauvaises herbes; des tiges de blé seront froissées, coupées, mais de nouvelles, plus vigoureuses, repartiront du collet. Le proverbe dit: Si tu herses ton champ, ne regarde pas derrière toi; et en effet, le désordre est tel, le dégât si grand qu'on est porté à s'arrêter; il faut continuer et on s'en trouve bien. Il en est de même de l'emploi du rouleau, et on m'a conté, à ce sujet, une anecdote bien caractéristique.

Un propriétaire va visiter un champ de blé qui

se trouvait voisin d'une ville possédant une garnison de cavalerie; en arrivant, le propriétaire voit l'ordonnance d'un officier se servant du champ de blé comme d'un manège et faisant parcourir à son cheval un cercle régulier. Notre homme de tempêter, de crier que son champ était perdu; le soldat s'en va un peu penaud de cette violente apostrophe. A quelque temps de là, le propriétaire retourne à son champ pour voir si le blé brisé, piétiné par le cheval s'était relevé, et il constate avec étonnement que la piste est reconnaissable; le blé y est plus fort, plus dru, plus haut que partout ailleurs: le cheval en trottant avait fait un excellent roulage.

Le printemps est venu, et pour la dernière fois nous pourrons intervenir en sarclant le blé et en distribuant le nitrate de soude. Quand la main-d'œuvre est à bon compte, on fait passer des ouvriers armés d'une rasette entre les lignes de blé, pour y détruire les mauvaises herbes; si elle est chère, on emploie des instruments attelés qui coupent toutes les plantes qui ont surgi entre les lignes de blé, enterrent légèrement celui-ci et exécutent un très bon travail; dans le Nord et le Pas-de-Calais, où la culture est très soignée, le blé ne renferme ni bleuets, ni coquelicots, ni liserons; on est arrivé à s'en débarrasser complètement.

IV. — DÉVELOPPEMENT DU BLÉ. — INFLUENCE DES FUMURES. — EXPÉRIENCES EXÉCUTÉES A ROTHAMSTED PAR SIR J. B. LAWES ET SIR H. GILBERT.

Nous avons déjà insisté plus haut sur la propriété très curieuse que possèdent les racines de blé de se charger de nitrates ; ils s'y trouvent en quantités notables ; au mois de décembre 1893, j'ai constaté que 100 grammes de racines sèches renfermaient 7 grammes 4 de nitrate de potasse, les tiges en contenaient beaucoup moins. Ces nitrates ne persistent pas indéfiniment en nature, car la plante les utilise à la formation de ses matières albuminoïdes ; elle accumule ainsi pendant la mauvaise saison les matériaux qu'elle mettra en œuvre au cours de son développement.

Les nitrates formés spontanément dans le sol et saisis par les racines ne conduiraient qu'aux faibles récoltes dont se contentaient nos pères ; pour atteindre les grands rendements que nous cherchons, il faut placer le blé sur des terres enrichies par les engrais.

Quelle est leur efficacité et qu'en peut-on attendre ? Ce sont là des points importants à élucider, et nous pourrons prendre pour guide dans cette étude la magistrale expérience exécutée à Rothamsted par nos correspondants de l'Institut de France, sir J. B. Lawes et sir H. Gilbert.

Ils ont établi en 1844 la culture du blé sur un des champs du domaine, et depuis cette époque, chaque année, cette même pièce porte du blé. Les indications qui découlent de cette culture anormale sont comparées à celles que fournit un champ soumis à l'assolement quadriennal de Norfolk comprenant successivement: navets, orge, trèfle ou fèves et blé en quatrième année (1). Le champ de culture continue du blé est divisé en plusieurs parcelles d'assez grande étendue, qui chaque année reçoivent les mêmes engrais ; leur influence spécifique apparaît ainsi avec une admirable netteté.

Deux parcelles sont absolument privées d'engrais, le blé y vit des faibles ressources qu'il trouve dans le sol, et malgré ce maigre régime, il donne chaque année une petite récolte ; son abondance varie avec les conditions plus ou moins favorables de la saison ; une des plus mauvaises fut celle de 1879 : on obtint seulement 4 hectolitres 27 à l'hectare ; une des meilleures se produisit en 1863 : on récolta 15 hectolitres 5.

Ce n'est que vingt ans après le commencement de l'expérience que l'épuisement du sol, cultivé sans engrais, devint sensible ; pendant les dix premières années (1844-1853), on obtint en moyenne

(1) Les résultats de cette comparaison sont insérés dans le *Journal of the Roy. Agr. Society* pour 1894. M. Demoussy en a donné une traduction abrégée dans le tome XXI des *Annales agronomiques*.

14 hectolitres 17, et 14 hectolitres 85 pendant les dix années suivantes ; le rendement de cette terre d'une fertilité moyenne, mais située sous le climat favorable de l'Angleterre, fut, pendant ces vingt ans de culture continue, analogue à celui qu'en moyenne nous obtenions en France à cette époque. L'épuisement devient manifeste pendant les dix dernières années; une des parcelles sans engrais donne en moyenne 11 hectolitres 47 et l'autre 9 hectolitres 22.

Si, au lieu de soumettre le blé à la culture continue pendant les trente-deux ans écoulés de 1852 à 1883, on l'avait introduit dans l'assolement quadriennal, l'absence complète d'engrais aurait été bien moins funeste ; tandis qu'en culture continue l'hectare ne donne que 7 quintaux 26 correspondant à 9 hectolitres 6 de grain, en assolement il fournit 15 quintaux 3 ou 20 hectolitres 4.

Le blé est donc une plante robuste qui, sous un bon climat, donne toujours des récoltes, alors même qu'on ne fait pour elle aucune dépense d'engrais.

Pendant les trente années qui se sont écoulées de 1852 à 1883, une très forte fumure de fumier de ferme de 35,000 kilogrammes à l'hectare n'a poussé la récolte à Rothamsted qu'à 30 hectolitres 15 ; une parcelle voisine ne recevant pas de fumier, mais seulement le mélange de nitrate de soude, de superphosphates et de sulfates alcalins désigné

sous le nom bizarre d'engrais chimique, a donné une récolte semblable de 29 hectolitres 46 en culture continue.

Deux conclusions importantes découlent de cette expérience prolongée pendant assez longtemps pour éliminer l'influence perturbatrice des saisons : un blé quelconque, n'appartenant pas à une variété très prolifique, ne profite pas autant qu'on serait porté à le croire de l'abondance des fumures ; en outre, le blé vit très bien sur des engrais ne renfermant pas de matières organiques, origines des composés humiques ; en revanche, il est nécessaire que la fumure comprenne des matières minérales et des engrais azotés ; les expériences exécutées à Rothamsted le montrent très clairement. Pendant les trente années 1852-1883, la parcelle qui n'a reçu que les engrais minéraux sans azote a donné 13 hectolitres 72, ne surpassant que faiblement la parcelle sans aucun engrais ; quand à cette fumure minérale on a ajouté 48 kilogrammes d'azote, donnés sous forme de sulfate d'ammoniaque, la récolte a monté de 8 hectolitres, elle a atteint 21 hectolitres 71 ; elle s'est élevée encore de 8 hectolitres, quand on a donné 96 kilogrammes d'azote, toujours sous forme de sulfate d'ammoniaque ; elle a été alors de 29 hectolitres 47 ; en augmentant encore la dose de sulfate d'ammoniaque, en répandant 720 kilogrammes par hectare, ce qui correspond à 144 kilogrammes

d'azote, on a obtenu 32 hectolitres 62. Ainsi une fumure extrêmement copieuse n'a pas conduit à une récolte très abondante ; il est bien à remarquer au reste qu'en employant 860 kilogrammes de nitrate de soude, ce qui correspond seulement à 96 kilogrammes d'azote, la récolte a été également de 32 hectolitres 63. Les nitrates se sont donc montrés beaucoup plus efficaces que les sels ammoniacaux. Ainsi, il ne suffit pas de prodiguer les engrais pour atteindre les hauts rendements ; nous verrons plus loin que l'application des matières fertilisantes aux variétés prolifiques, conduit à des résultats très différents de ceux que nous venons de citer.

Ce ne sont pas au reste les fumures directes qui réussissent le mieux et qui fournissent les récoltes de blé les plus abondantes ; j'en ai eu une preuve bien manifeste, il y a quelques années. J'ai trouvé, à cette époque, que le champ d'expériences que je cultive sur le domaine de Grignon n'était pas assez étendu ; j'ai demandé et obtenu un peu plus de terrain. Celui qu'on m'a donné servait depuis longtemps à cultiver des collections de diverses espèces de blé et de pommes de terre ; comme les variétés sont très nombreuses, on ne consacre à chacune d'elles que des surfaces très restreintes, elles ne couvrent que deux mètres carrés, et pour que leur accès soit facile, leur étude commode, elles sont disposées en damier,

chaque petit carré de blé étant entouré de pommes de terre, qui elles-mêmes sont entourées de blé. J'enfouis dans ce terrain nouvellement annexé au champ d'expériences une forte fumure de fumier de ferme, et je répandis, en outre, du nitrate de soude au printemps. Eh bien, malgré cette abondance d'engrais, le développement du blé fut très inégal ; partout où il succédait aux pommes de terre, il avait acquis son développement normal, tandis qu'il était resté assez malingre là où il succédait au blé de l'année précédente. Malgré l'abondance de la fumure récente, la disposition en damier des cultures antérieures était reproduite par la hauteur différente des tiges.

Quoi qu'il en soit, l'emploi d'une petite dose de nitrate de soude au printemps est en général très efficace ; et comme le prix de cet engrais est aujourd'hui très bas, son épandage assure un bénéfice notable ; il est d'autant plus sensible que les terres sont plus pauvres ; les journaux agricoles ont rendu compte récemment de concours établis dans un grand nombre de départements sur l'emploi du nitrate de soude ; presque partout il a laissé un bénéfice s'élevant de 100 à 200 francs par hectare, toute dépense d'engrais payée.

Les cultivateurs très soigneux ne le distribuent pas indifféremment sur toute la surface de leurs champs ; on m'a raconté qu'un très habile praticien du Pas-de-Calais revêtait, avant de parcourir ses

champs de blé au printemps, une longue blouse, garnie de deux énormes poches : l'une contenait du nitrate de soude, l'autre du superphosphate ; quand il rencontrait une place où la teinte jaunâtre du blé annonçait une nourriture insuffisante, il y répandait : nitrate puisé dans une poche, superphosphate dans l'autre, et disait plaisamment que c'était là une excellente méthode pour *raccommoder* un champ ; excellente, en effet, car ses rendements dépassaient 60 hectolitres à l'hectare.

V. — CROISSANCE. — FLORAISON. — CRÉATION DES HYBRIDES. — MATURATION.

Après cette dernière distribution d'engrais, il n'y a plus à intervenir ; la récolte sera bonne ou mauvaise suivant que la saison sera favorable ou fâcheuse ; l'abondance ou la rareté de la pluie exerce notamment une influence décisive sur la production de la paille ; faible dans les années sèches, elle devient considérable pendant les saisons humides, et il est facile d'en saisir la raison.

Il faut considérer les cellules à chlorophylle des feuilles comme de petites usines qui élaborent la matière végétale ; elles mettent en œuvre l'acide carbonique que l'énorme quantité d'eau qu'elles renferment leur permet de saisir dans l'atmos-

phère ; elles le réduisent et forment avec le résidu de sa décomposition, après l'élimination de l'oxygène : les sucres, la cellulose, la gomme de paille, la vasculose, toutes matières ternaires, formées de carbone, d'oxygène et d'hydrogène ; ces cellules réduisent également les nitrates, qui leur sont apportés en même temps que l'acide phosphorique, la potasse, la silice, par l'eau qui constamment traverse la plante, y pénètre par la racine et s'exhale par les feuilles.

Si la pluie est fréquente, le sol bien humecté, les cellules continuent longtemps leur travail, elles élaborent beaucoup de matière végétale, la plante grandit ; mais il n'en va pas de même si la pluie est rare et si le sol ne fournit plus que parcimonieusement à l'énorme dépense d'eau que fait le blé ; on calcule que l'élaboration de 1 kilogramme de matière sèche correspond à l'évaporation par les feuilles de 250 à 300 litres d'eau ; j'ai constaté qu'une feuille de blé exhale, en une heure d'insolation, un poids d'eau égal au sien ; quand la terre, mal abreuvée par la pluie, devient incapable de suffire à cette prodigieuse consommation, la dessiccation des organes se produit, et ce sont toujours les feuilles les plus anciennes qui se dessèchent et périssent les premières ; il est très rare qu'au mois de mai on ne voie pas les petites feuilles du bas de la tige, molles, flasques, vidées, flétries ; si on les soumet à l'analyse, on reconnaît

qu'elles ont laissé échapper la matière azotée, l'acide phosphorique, la potasse, qu'elles renfermaient au moment où, vertes et turgescentes, elles étaient encore vivantes.

Il importe d'insister sur cette mort des feuilles et sur le départ des matériaux qu'elles contiennent ; quand la feuille meurt, c'est une des petites agglomérations des cellules travailleuses qui disparaît ; la quantité de matière élaborée sera donc moins grande que si elle avait continué sa besogne, et comme la fermeture de ces petites usines est déterminée par leur dessiccation, on conçoit que, pendant les années sèches, la quantité de matière végétale formée soit restreinte, que les tiges soient courtes, qu'il y ait peu de paille.

Au moment où la dessiccation commence, la matière azotée, qui forme le protoplasme, la partie vivante de la cellule, se métamorphose, prend une forme de voyage qui lui permet de traverser les membranes et d'émigrer vers les feuilles nouvelles, entraînant avec elle son cortège habituel d'acide phosphorique et de potasse.

Ce transport de quelques-uns des matériaux élaborés, des feuilles du bas, vers les feuilles supérieures, va se poursuivre pendant toute la durée de la végétation, il se continue au moment de la floraison, qui sans doute, par un mécanisme dont nous ignorons le fonctionnement, ne se produit que lorsque la quantité de principes élaborés est

suffisante pour nourrir les graines qui vont apparaître.

Au milieu de juin, sous le climat de Paris, commence l'épiage ; en pressant légèrement entre les doigts la partie supérieure de la tige, à l'endroit où elle paraît un peu renflée, on rencontre une légère résistance, elle est due à l'épi qui est entièrement formé avant de surgir au dehors ; il se compose d'une tige : le rachis, qui porte les fleurs, formées de petites folioles vertes : les glumes, dont l'une se termine, dans certaines variétés, par un long appendice qui caractérise les blés barbus. Si, au moment où l'épi surgit au dehors de la tige, on entr'ouvre délicatement les glumes, on découvre à l'intérieur de la fleur, les organes essentiels ; sur un petit mamelon verdâtre, rudiment du grain, se dressent deux petites aigrettes de plumes légèrement divergentes, ce sont les pistils, les organes femelles ; autour d'eux, fixés à l'extrémité de fins pédoncules, se trouvent les anthères, encore fermés ; ils contiennent le pollen, la poussière jaune fécondante ; au moment de sa maturation les anthères s'ouvrent, le pollen tombe sur les petites plumes des pistils, bien faites pour le retenir ; il y germe, envoie un long tube, le boyau pollinique, jusque dans l'ovule sur lequel sont fixés les pistils plumeux ; la fécondation a lieu, le grain est noué.

Toutes ces opérations délicates, si intéressantes à suivre, s'exécutent dans la fleur fermée. Quand les

étamines, se glissant entre les glumelles, apparaissent au dehors, que, suivant l'expression vulgaire, le blé est en fleurs, en réalité tout est terminé ; aussi, lorsqu'on essaie de créer des hybrides, c'est-à-dire des variétés nouvelles, douées de qualités qui manquent à un des parents, faut-il enlever les anthères des fleurs avant qu'elles ne se soient ouvertes et n'aient déversé leur pollen.

L'opération exige beaucoup de soins : la fleur entr'ouverte, on coupe les anthères qu'elle renferme et on déverse le pollen de la variété que l'on a choisie pour donner à celle qu'on féconde les qualités qui lui font défaut. Un des blés les plus répandus actuellement aux environs de Paris, le Dattel, a été créé ainsi par M. H. de Vilmorin en fécondant les pistils d'un blé anglais, le Chiddam, qui présentait de grandes qualités mais n'avait qu'une paille un peu courte, à l'aide du pollen d'un autre blé anglais, le Prince-Albert. L'opération a parfaitement réussi, la paille du Dattel est plus forte et plus longue d'au moins 15 centimètres que celle du Chiddam, dont il provient. Cette variété s'est parfaitement fixée, elle se reproduit avec des caractères bien tranchés ; et l'expérience présente maintenant une assez longue durée pour qu'on soit certain que des graines semées ne naîtront pas des plantes revenant aux caractères des parents, ainsi qu'il arrive quelquefois pour les hybrides mal fixés.

Quand la floraison a lieu par un beau temps, la fécondation se produit régulièrement et les chances d'obtenir une bonne récolte augmentent ; elles diminuent au contraire si l'épiage se produit pendant une période pluvieuse; il est vraisemblable que l'eau pénètre dans l'involucre, que les pistils mouillés retiennent mal les grains de pollen, ou encore que leur germination est irrégulière, le boyau pollinique n'atteint pas le micropyle; les ovules ne sont pas fécondés, les épis portent beaucoup de fleurs stériles, dans lesquelles le grain ne s'est pas formé.

La production du grain, de la semence qui assure la perpétuité de l'espèce, telle est la fin dernière de la plante herbacée; il faut qu'autour de l'embryon que renferme cette semence s'accumulent les réserves nécessaires à son développement; il faut qu'il trouve tout près de lui: l'amidon qu'il liquéfiera, puis transformera en cellulose; le gluten, la matière azotée, avec laquelle il formera le protoplasma de ses cellules; il faut que ces réserves soient abondantes pour qu'une partie puisse être brûlée, produisant par sa combustion lente la chaleur qui favorise ces transformations. Toute la vie de la plante herbacée tend vers ce but final: accumuler dans les graines les principes élaborés pendant sa courte existence; et c'est précisément parce que dans la graine, particulièrement dans le grain de froment, se trouvent accu-

mulés du gluten et de l'amidon, l'un et l'autre excellents aliments, que depuis l'antiquité la plus reculée, les hommes cultivent le blé. Sous des climats différents du nôtre, on sème d'autres plantes à graines: le riz dans l'Extrême Orient, le maïs en Amérique, afin de trouver dans ces graines l'association de la matière azotée et de l'amidon, qui donne au grain de froment une si puissante valeur alimentaire, qu'il forme la partie essentielle de la nourriture d'une grande partie des habitants du globe.

Il nous est facile de suivre la migration de la matière azotée, de l'acide phosphorique et de la potasse, des feuilles du bas aux feuilles supérieures, de celles-ci à l'extrémité de la tige et au grain; le transport de ces principes a été très bien étudié il y a plus de trente ans par un agronome distingué, Isidore Pierre, professeur à la Faculté des sciences de Caen. On est moins bien renseigné sur la formation de l'amidon; on ne le voit pas s'accumuler dans les feuilles du blé comme dans celles d'un grand nombre d'autres espèces; on ne trouve pas non plus, dans ces feuilles de réserves, de matières sucrées. La formation de l'amidon est très tardive, elle n'a lieu que tout à fait pendant la dernière phase de la végétation; aussi arrive-t-il que, d'une année à l'autre, les quantités d'amidon contenues dans le grain varient dans de très larges proportions.

L'été de 1888 a été pluvieux, la maturation du blé tardive, et tandis que la récolte en France n'a été que passable, elle a été superbe dans notre sol un peu sec de Grignon; les meilleures parcelles de mon champ d'expériences m'ont donné, cette année-là, la valeur de 60 hectolitres à l'hectare; le grain de blé bien constitué renfermait 12,60 pour 100 de gluten et 77,20 d'amidon. En 1889, au contraire, le mois de juillet a été brûlant, la maturation précipitée; on a moissonné trois semaines plus tôt que l'année précédente; le grain renfermait 15,3 pour 100 de gluten, mais seulement 61,9 d'amidon. Si on calcule la quantité de matières azotées contenues dans les deux récoltes, on les trouve à peu près semblables; mais en 1889 la quantité d'amidon produite à l'hectare a été beaucoup moindre; l'élaboration de ce principe qui a lieu tout à fait à la fin de la végétation, a été arrêtée par la dessiccation; aussi la quantité de grain récoltée à l'hectare s'est-elle trouvée bien moindre qu'en 1888, puisqu'on n'a récolté en 1889, sur les meilleures parcelles, que la valeur de 43 hectolitres à l'hectare.

J'ai cité ces résultats parce qu'ils expliquent les différences du rendement qu'on obtient dans les diverses régions de notre pays: tandis que, dans le Nord, on récolte comme en Angleterre et en Belgique 25 à 30 quintaux de grains à l'hectare, on tombe à 8 ou 10 dans nos départements méridionaux.

Le phénomène de transport, de migration des matières azotées des feuilles et des tiges au grain, la production tardive de l'amidon, n'ont lieu que si la plante conserve une quantité d'eau notable ; si les radiations d'un soleil implacable frappent un champ de blé dont les racines ne trouvent plus à s'abreuver dans un sol épuisé, la plante sèche, tout s'arrête, la dernière phase de la vie du blé est brusquement interrompue, les grains restent vides, la récolte est manquée.

Une pluie persistante, au moment de la maturation, n'est pas moins à craindre : le blé continue à végéter indéfiniment, la migration des principes ne se produit pas ; j'en ai eu il y a une vingtaine d'années, en Angleterre, un exemple bien curieux : je parcourais aux environs de Londres un domaine où la culture était soutenue par des arrosages aux eaux d'égout ; ce domaine était légèrement vallonné, et l'eau d'égout franchissait les dépressions dans des rigoles métalliques, dans des gouttières soutenues à quelques mètres de hanteur par des supports de bois ; une des rigoles en mauvais état laissait constamment tomber une pluie fine d'eau d'égout sur quelques mètres carrés d'un champ de blé ; on était en juillet, et tandis que tout le champ, bien jaune, était bon à moissonner, les pieds arrosés restés complètement verts, continuaient à croître, ils dépassaient par leur taille tous leurs voisins et ne donnaient aucun signe de maturité.

Une température douce, un ciel un peu voilé, sont les conditions favorables à une bonne maturation ; quand la terre a été bien travaillée, les semis réguliers, les engrais judicieusement distribués, tous les individus qui composent le champ ont évolué ensemble, tous ont parcouru simultanément toutes les phases de leur développement, et aux heures chaudes de la journée, où tout est immobile, la surface du champ paraît horizontale comme une table, disent les Anglais.

Il n'y a pas de grands inconvénients à moissonner un peu tôt. La maturation, si elle n'est pas tout à fait complète, se termine très bien quand les gerbes dressées les unes contre les autres forment ces *moyettes,* très en usage dans les régions où surviennent des pluies intempestives, qui, mouillant le blé encore étendu à terre, déterminent sa germination et diminuent considérablement sa qualité. En revanche, il y a grand avantage à ne pas laisser le blé sur pied après maturité. Toute plante qui a mûri sa graine tend à la répandre, et parfois cette graine porte de puissants organes de dissémination. Il n'en est pas ainsi pour le blé, mais il ne s'envole pas au loin, il s'échappe des épillets trop mûrs, tombe et est perdu ; en outre, tous les organes des végétaux respirent, en brûlant à l'aide de l'oxygène de l'air, quelques-uns de leurs principes ; dans le grain, la combustion porte particulièrement sur l'amidon,

et une récolte qui reste longtemps sur pied, diminue de poids aussi bien par perte des grains qui tombent que par la combustion lente qui continue tant que la dessiccation ne s'est pas produite.

Quand un champ de blé est mûr, il faut donc moissonner, et c'est là ce qui rend particulièrement précieux les instruments, les moissonneuses si répandues aujourd'hui; elles se sont perfectionnées surtout dans les contrées où la main-d'œuvre est rare et chère, en Amérique, en Angleterre ; il y a quarante ans environ qu'elles ont commencé à fonctionner en France, elles permettent d'aller vite et de mettre le cultivateur à l'abri des exigences parfois excessives des ouvriers.

Si elles fonctionnent aisément dans les blés bien droits, elles ne sont plus d'un usage aussi commode quand les blés ont été versés par les orages; aussi, voit-on encore à l'œuvre, même dans nos fermes du Nord, nos moissonneurs français armés de leurs grandes faux, et les sapeurs belges saisissant de la main gauche, armée d'un crochet, une gerbe qu'ils abattent avec *la sape*.

Quand le blé est bien sec et qu'il n'a pas besoin d'être étendu, on le lie en gerbes immédiatement; pour éviter les frais parfois considérables qu'entraîne ce liage, on a construit des moissonneuses-lieuses qui déposent à côté d'elles la gerbe terminée.

L'habitude s'est conservée dans beaucoup d'exploitations de réunir les gerbes en grosses meules couvertes de paille; cette conservation était nécessaire, quand le battage, c'est-à-dire la séparation du grain d'avec la paille, occupait pendant tout l'hiver les batteurs en grange; il n'en est plus ainsi aujourd'hui: les machines à battre inventées à la fin du siècle dernier sont devenues de plus en plus parfaites; on calcule qu'un batteur au fléau peut séparer de la paille 117 kilos de grain en six ou huit heures, tandis qu'une bonne machine donne en une journée de dix heures 16,400 kilogrammes de grain, accomplissant ainsi le travail de cent quarante hommes. Les machines à battre ont commencé à se répandre en France à partir de 1805, et aujourd'hui on utilise d'autant plus volontiers leur travail que chaque cultivateur n'est pas astreint à acquérir une batteuse; des industriels parcourent le pays avec une machine, une petite locomobile pour l'animer, un personnel pour la servir; aussitôt que le prix est convenu, on se met à l'œuvre, et en quelques jours le grain de tout un domaine est battu, nettoyé, ensaché, prêt pour le marché.

VI. — ABAISSEMENT DU PRIX DE REVIENT. — CHOIX DES VARIÉTÉS. — EMPLOI DES ENGRAIS.

Le grain est vendu, c'est le moment de faire des comptes ; visiblement, si le prix de vente est bas, il n'y aura bénéfice que si la quantité de marchandise vendue est considérable, que si le rendement à l'hectare est élevé.

Dans quelle mesure cette augmentation des rendements est-elle possible, c'est là ce qu'il convient d'examiner tout d'abord.

Je laisserai de côté la partie méridionale de notre pays, qui, si elle produit d'énormes quantités de raisin, est peu propre à la culture du blé ; elle n'y persiste que grâce à l'habitude des paysans de produire tout ce qui est nécessaire à leur consommation ; là où le blé n'est pas marchandise de vente, son prix importe peu ; il serait au reste bien difficile à établir, car le petit cultivateur ne compte pas sa peine, si grande qu'elle soit, et dès lors la dépense de main-d'œuvre, considérable quand on travaille avec des journaliers, n'entre plus dans les calculs. Il en va tout autrement là où la vente du grain forme une part importante des recettes de la ferme ; c'est là qu'il faut atteindre les hauts rendements. Quels sont-ils ?

Je me rappelle très bien qu'il y a vingt-cinq

ans, étant en excursion dans le Pas-de-Calais avec les élèves de Grignon, nous fûmes reçus par un cultivateur très habile, M. Pilat de Brébières, mort depuis longtemps. C'était en automne, notre hôte nous parla de sa dernière récolte, qui, disait-il, avait atteint, sur certaines pièces, 50 hectolitres à l'hectare. Les élèves me regardèrent d'un air effaré : jamais, jusqu'alors, ils n'avaient entendu parler d'un rendement pareil, et moi-même à cette époque je crus à une forte exagération. Je suis persuadé, actuellement, que M. Pilat avait bien obtenu ces 50 hectolitres, car à plusieurs reprises j'ai constaté, dans le Pas-de-Calais, vérifiant moi-même les poids à la bascule, des rendements obtenus en grande culture supérieurs à ces 50 hectolitres.

Il est certainement plus facile d'atteindre les grandes récoltes sur des parcelles d'un are d'étendue que sur de grandes surfaces, et cependant j'ai constaté à bien des reprises différentes, dans le Pas-de-Calais, aussi bien que dans la Limagne d'Auvergne, aussi bien qu'à Grignon, que les rendements constatés sur les champs d'expérience ne diffèrent que peu de ceux qu'on obtient dans les grandes pièces voisines ; or une fois, en 1888, j'ai obtenu à Grignon, en Seine-et-Oise, la valeur de 60 hectolitres à l'hectare, souvent 50, couramment 40 hectolitres.

La moyenne de la France entière, pendant

l'année 1894, qui a été excellente, est seulement de 17 hectolitres, la moyenne de Seine-et-Oise a été de 30 hectolitres; on voit quel écart existe, entre ce qu'on obtient et ce qu'il est possible d'obtenir.

Pour réussir à élever les rendements, il faut s'astreindre d'abord à choisir judicieusement la variété à semer; elle doit être appropriée au climat et en outre à la richesse du sol qu'on cultive; le choix de cette variété, la richesse du sol, dictent en outre la nature et la quantité des engrais à employer.

Le nombre des variétés parmi lesquelles on peut choisir est considérable. La plupart du temps, elles prennent naissance spontanément; au moment de la floraison du blé, une quantité incalculable de petits grains de pollen flottent dans l'air; ils se glissent entre les glumes et pénètrent jusqu'aux stigmates; si ceux-ci n'ont pas encore reçu le pollen des anthères de la fleur, la fécondation est due à ce pollen étranger: le grain provenant de cette hybridation fortuite est semé, il donne une plante différente de ses voisines, et si elle présente des caractères qui paraissent avantageux, on sème les grains qu'elle fournit; il arrive souvent qu'ils reproduisent les caractères particuliers au métis qui s'est formé spontanément et qu'après quelques générations on ait une variété nouvelle, qui entre régulièrement en culture.

Telles paraissaient être les origines du blé bleu de Noé, du blé à épi carré appelé aussi Shireff, du nom du fermier écossais qui l'a propagé.

Les variétés naissent par hybridation volontaire, et nous avons indiqué plus haut comment M. de Vilmorin a obtenu le Dattel ; elles proviennent enfin d'une sélection attentive continuée pendant plusieurs générations. Le major Hallett, des environs de Brighton en Angleterre, résolut, en 1857, d'appliquer au blé le procédé de sélection qui avait donné dans l'élevage des animaux de si excellents résultats : il choisit dans un champ de blé Victoria deux très beaux épis, sema les grains qu'ils renfermaient, choisit encore dans cette nouvelle récolte les épis les plus vigoureux pour en semer les grains, et réussit après quelques années de sélection attentive, à produire la variété remarquable qui a conservé le nom de blé Hallett.

J'ai eu, en 1885, la preuve que le choix de la variété exerce une influence décisive sur l'abondance des récoltes ; persuadé, dès cette époque, où les prix étaient tombés très bas, que la seule chance de lutter victorieusement contre leur avilissement, était l'augmentation des rendements, je recherchai tout d'abord les variétés à paille assez rigide pour supporter de fortes fumures sans verser, et je mis en comparaison les variétés les plus renommées comme résistance à la verse : *Rouge d'Écosse, Blé à épi carré, Browick* et *Blé bleu*

de Noé; le Rouge d'Écosse ne put supporter la fumure excessive que j'avais donnée précisément pour connaître la puissance de résistance de ces variétés; les autres blés restèrent debout, mais les rendements furent bien différents : tandis que le blé à épi carré donna la valeur de 40 quintaux métriques de grain à l'hectare correspondant à 50 hectolitres, le blé bleu de Noé ne fournit que 30 quintaux métriques; or la fumure, l'exposition, la nature du sol, étaient identiques, la différence était due exclusivement à la nature de la variété semée. A cette même époque, un grand industriel du Pas-de-Calais, M. Porion, passionné pour la culture, persuadé comme moi qu'il fallait élever les rendements, me pria de l'aider de mes conseils; il avait reconnu comme moi les avantages du blé à épi carré, et d'un commun accord nous portâmes tous nos efforts sur cette variété. Elle est admirablement appropriée à la région septentrionale et y donna dès cette époque des rendements qui parurent fabuleux; on obtint en 1886 dans plusieurs pièces dépassant un hectare : au delà de 45 quintaux à l'hectare, correspondant à 60 hectolitres. Ces résultats furent publiés. M. Porion vendit la plus grande partie de sa récolte comme blé de semence, et, pour savoir si cette variété était capable de donner dans des terres, peut-être moins fertiles que celles du Pas-de-Calais, et sous des climats différents, des récoltes

aussi abondantes, nous adressâmes aux acheteurs du blé de semence un questionnaire ; les réponses ne se firent pas attendre, les résultats étaient ou défavorables ou peu avantageux dans la région méridionale ; dans la France centrale, ils étaient déjà meilleurs. Cependant à Grignon je ne récoltai, en moyenne, que 33 quintaux 4 au lieu des 40 de l'année précédente ; dans le Nord et le Pas-de-Calais au contraire, on obtint du blé à épi carré des résultats admirables : 40, 45 quintaux.

L'enquête continua en 1888, et comme l'année fut un peu humide, les résultats furent, dans la région méridionale et dans le centre, plus avantageux que l'année précédente ; les cultivateurs qui, dans le centre de la France, mirent l'épi carré en comparaison avec les autres variétés récoltèrent 36 hectolitres 2 au lieu de 27 hectolitres 2 ; dans le Nord et le Pas-de-Calais, 48 hectolitres 8 au lieu de 41 hectolitres ; dans plusieurs localités on dépassa 60 hectolitres.

La mort de M. Porion, arrivée en 1889, arrêta ces investigations, mais ce que j'ai appris depuis a montré que l'*épi carré* est tout à fait à sa place dans le Nord et le Pas-de-Calais, où il continue à prospérer ; il réussit moins bien dans les régions plus chaudes. Sa maturation est tardive et coïncide parfois avec les grandes chaleurs, de telle sorte qu'il arrive que le blé soit *échaudé,* que le grain soit petit, racorni, mal nourri et d'une vente difficile.

En outre, quand un blé est semé dans un sol qui lui convient mal, que la terre ne soit pas riche, — ce qui est nécessaire pour obtenir de l'épi carré de pleines récoltes, — que le climat ne soit pas tout à fait favorable, et qu'on emploie comme semence les grains qu'on a récoltés soi-même, d'année en année, la variété perd de ses qualités, on dit alors que le blé dégénère; en 1894, année excellente, je n'ai cependant obtenu du blé à épi carré, que je cultivais à Grignon depuis 1885 sans avoir renouvelé la semence, que 30 quintaux, correspondant à 40 hectolitres, tandis qu'une autre variété introduite récemment, le blé d'Australie, donnait 39 quintaux 5 ou 53 hectolitres. Bien que cette variété fût barbue, ce qui diminue la facilité de vente de la paille, je continuai pendant ces dernières années la culture du blé d'Australie, mais à partir de la troisième année, les rendements baissèrent et je constatai sur cette variété, encore plus nettement que sur l'épi carré, une rapide dégénérescence.

Quand une variété n'est pas absolument appropriée à un climat, il faut, pour la maintenir, faire revenir assez fréquemment les semences de leur lieu d'origine.

Le choix judicieux de la variété à semer est une des conditions premières de la réussite, et malheureusement ce choix ne comporte pas de solutions générales, telle variété qui convient à un

certain sol n'est plus celle qu'il faut semer un peu plus loin. C'est au cultivateur qu'il appartient, à force d'observations répétées, de trouver la semence qui offre dans son domaine le plus de chances de réussite.

L'abondance du rendement en grain n'est pas seule à déterminer le choix de la variété, il faut tenir grand compte en outre de la quantité de paille récoltée; sa vente, surtout aux environs de Paris, contribue puissamment aux recettes; la proximité d'une grande ville conduit, en effet, les cultivateurs à y vendre leur paille et à y acheter du fumier.

La paille, en outre, entre dans la ration des animaux domestiques, elle est souvent mélangée aux betteraves ou aux pulpes, et cet emploi conduit à proscrire les variétés à épis barbus; les barbes dures, rigides, piquantes sont gênantes à faire entrer dans les rations, aussi ces variétés barbues sont-elles aujourd'hui peu en faveur.

Bien approprier l'abondance de la fumure à la variété cultivée est encore une des conditions du succès. L'épi carré, dont nous avons cité les admirables récoltes obtenues dans le Pas-de-Calais, ne les fournit que dans un sol riche, ayant eu une forte dose d'engrais; en 1886, on a distribué sur une terre très forte, mais très bien drainée, 40,000 kilogrammes de fumier, ce qui est énorme, et on a obtenu 41 quintaux métriques de grains.

En additionnant cette masse de fumier de 300 kilogrammes de superphosphates, on a fait monter la récolte à 43, et enfin, à 45 quintaux métriques, c'est-à-dire à 60 hectolitres, quand du sulfate d'ammoniaque est venu s'ajouter aux fumures précédentes. Aucune autre variété n'aurait supporté une telle masse d'engrais sans verser; ces fumures excessives ne réussissaient au reste, ainsi qu'il a été dit, que sur une terre très forte ; distribuées sur un sol moins argileux, elles entraînaient la verse, dont la crainte limite toujours la dose d'engrais azoté à distribuer.

Appliquée à une variété peu prolifique, une fumure abondante reste sans effet ; nous avons vu plus haut que soit avec 35,000 kilogrammes de fumier, soit avec des doses énormes de nitrate de soude et de superphosphates, MM. Lawes et Gilbert ne dépassaient pas, à Rothamsted, 32 hectolitres à l'hectare. Approprier la fumure à la variété semée est donc une condition essentielle de la réussite. Elle n'est complète que sur des terres enrichies par d'abondantes fumures antérieures, je l'ai observé depuis longtemps : la fertilité ne s'improvise pas.

Ce n'est pas, au reste, habituellement, par son abondance que pèche la fumure, mais bien plutôt par son exiguïté ; longtemps, quand on en était réduit au fumier de ferme, quand les engrais de commerce étaient inconnus, la fumure était peu

copieuse, car la quantité de fumier produite dépendait de l'étendue des prairies fournissant les aliments au bétail ; nous avons plus de facilités aujourd'hui : puisque aux engrais produits dans la ferme viennent s'ajouter les engrais commerciaux.

Ils commencent à peine à être employés ; cependant, grâce aux efforts des professeurs d'agriculture, grâce aux syndicats qui fournissent des engrais scrupuleusement analysés et à bas prix, les quantités acquises croissent chaque année ; et l'épandage par hectare de 200 ou 300 kilos de superphosphates à l'automne, de 100 à 150 kilos de nitrate de soude au printemps se généralise ; or, si le blé est placé après une plante sarclée, qui aura reçu du fumier de ferme, à l'aide de ce surcroît d'engrais chimique et avec une faible dépense, on fera aisément monter le rendement jusqu'à un nombre d'hectolitres suffisant pour que la culture du blé reste rémunératrice, même avec les bas prix actuels.

Ces prix sont-ils destinés à descendre encore, ou au contraire la baisse est-elle arrivée à sa limite, et la période de hausse dans laquelle nous sommes entrés récemment, persistera-t-elle ? C'est là ce qui nous reste encore à discuter.

VII. — NOUVEAUX DÉBOUCHÉS. — LE BLÉ DANS L'ALIMENTATION DES ANIMAUX. — OSCILLATIONS DES PRIX DANS LE PASSÉ. — LEURS CAUSES. — CONCLUSION.

Nous venons d'indiquer comment il est possible d'abaisser les prix de revient au-dessous du prix de vente en augmentant les rendements, mais, visiblement, pour qu'une production plus abondante ne détermine pas une baisse nouvelle, il faut ouvrir de nouveaux débouchés. Si l'emploi des quantités croissantes de grain, qu'une culture habile apportera au marché, n'est pas assuré, leur arrivée déterminera une crise de pléthore, et tous nos efforts seront vains.

Il ne semble pas que la consommation humaine, au moins dans notre pays, puisse beaucoup augmenter. Le pain est la base de notre nourriture ; nous consentons, plutôt que de renoncer à nos habitudes, à le payer cher quand le grain est rare, mais au contraire quand nous le voyons à vil prix, nous sommes assurés que le marché offre et au delà tout ce qui est nécessaire à notre alimentation. Il est probable que les progrès de la culture nous permettront de nous passer de l'appoint du grain étranger, que l'insuffisance de notre production nous a forcés jusqu'à présent d'importer cha-

que année; nous sommes en mesure aujourd'hui de combler la différence; mais, pour relever les cours, pour les maintenir au prix relativement élevé, atteint pendant cette année 1897, il faut que nous trouvions au blé un autre emploi que la fabrication du pain.

On y a songé, et depuis plusieurs années on a tenté de faire entrer le blé, concassé, aplati, moulu ou même transformé en pain, dans la ration des animaux domestiques et notamment des chevaux. Les résultats n'ont pas été décisifs, non plus que ceux qu'ont donnés des expériences tout récemment entreprises en Angleterre, pour substituer le froment aux tourteaux de graines oléagineuses dans l'engraissement du bétail. Malgré le prix très bas auquel le grain est tombé dans ce pays, où il entre en franchise de droits, la substitution n'a pas donné de profit sensible.

Peut-être cependant d'autres essais récemment tentés en Allemagne pourraient-ils avoir une influence marquée sur la consommation du blé; on a trouvé grand avantage à faire entrer le seigle dans l'alimentation des animaux domestiques; or, si ce grain était ainsi utilisé, les populations qui jusqu'à présent ne mangent que du seigle, seraient naturellement conduites à se nourrir de pain de froment, et cette nouvelle couche de consommateurs suffirait peut-être à absorber les excédents, qui souvent écrasent les cours.

Quelque répugnance qu'aient nos paysans, qui se rappellent encore les années de disette, à donner aux animaux un grain qui a été jusqu'à présent exclusivement réservé à la nourriture humaine, je ne serais pas étonné que le bas prix du blé les conduisît à en employer à l'élevage et à l'engraissement des animaux de basse-cour, des quantités de plus en plus considérables.

Leur entretien ne convient guère aux grandes exploitations, mais il ouvre une source de larges profits aux petits cultivateurs, et il est possible qu'au lieu de porter au marché le grain qui excède leur consommation, ils trouvent avantage à l'utiliser à l'engraissement de la volaille.

Nous sommes très mal renseignés sur les valeurs que représentent ces animaux; la statistique ne nous apprend rien sur le nombre des oiseaux élevés, vendus, consommés chaque année dans le pays ; elle ne donne des chiffres que pour l'exportation ; nous voyons que nous expédions des œufs pour une valeur variant de 20 à 30 millions de francs chaque année, mais que notre commerce de volailles mortes ne s'élève qu'à 2 millions environ.

C'est là ce qui me paraît pouvoir croître et considérablement, en utilisant les grandes quantités de grain qui pèsent sur le marché ; je croirais d'autant plus que cet élevage est appelé à un brillant avenir, que nous pouvons y développer les

qualités d'adresse, d'habileté à obtenir le parfait, l'excellent, qui caractérise nos productions.

Il est donc possible que le bas prix du blé conduise à lui trouver de nouveaux emplois assez fructueux pour que, la demande surpassant l'offre, la baisse soit enrayée; elle l'a été au mois de décembre 1896 et le mouvement ascensionnel des prix n'a fait que s'accroître depuis cette époque. La hausse actuelle est-elle destinée à disparaître rapidement? se maintiendra-t-elle, au contraire? il est difficile de le prévoir. Nous avons vu souvent des périodes de hausse succéder à la baisse, ces fluctuations de prix sont curieuses à suivre; dans le mémoire que nous avons déjà cité, M. D. Zolla donne le relevé des cours du froment à la Grenette de Bourg, dans l'Ain, pendant la seconde moitié du XVIIIe siècle, et bien que ce ne soit là qu'un exemple particulier, les oscillations des prix sont intéressantes à connaître.

De 1741 à 1765, les prix restent très bas. Au début, le grain est vendu seulement 8 fr. 60 l'hectolitre, et, après s'être élevé à 13 fr. 90 de 1746 à 1750, il retombe à 9 fr. 80 à la fin de la période; le cours moyen de ces vingt-cinq ans n'est que de 11 fr. 10. A partir de 1766 les prix s'élèvent, et la moyenne des vingt-cinq ans écoulés de 1766 à 1790 est de 16 fr. 30; pendant les trente années suivantes le mouvement ascensionnel se continue, et la moyenne des prix atteint pour la France entière 22 fr. 93.

De 1820 à 1850 se place une période de baisse, où le prix moyen est de 19 francs l'hectolitre; les producteurs s'inquiètent, accusent l'importation étrangère, et leurs clameurs décident l'établissement de l'échelle mobile. De 1851 à 1875, bien que pendant la fin de la période le grain étranger entre en franchise, la hausse se produit, l'hectolitre vaut en moyenne 22 fr. 71, mais pendant les vingt années suivantes, le prix tombe à 19 fr. 23; cette baisse au reste n'est pas particulière à la France, elle se manifeste aussi bien en Angleterre qu'en Allemagne.

Ainsi qu'il a été dit déjà, ces fluctuations du marché n'ont aucun rapport avec les importations; celles-ci ne commencent à se produire que sous la Restauration et ne sont considérables qu'aux époques de cherté, quand le haut prix du grain assure aux importateurs de larges bénéfices.

Est-il donc impossible d'avoir sur les causes des énormes oscillations du marché des grains quelque lumière? Le prix d'une marchandise varie avec son abondance ou sa rareté, mais aussi avec l'abondance ou la rareté des métaux précieux qui servent à l'acquérir. Si d'une année à l'autre la quantité du métal monétaire reste fixe, j'en donnerai moins si le grain est abondant que s'il est rare; et réciproquement si la quantité de blé reste invariable, mais que le poids des métaux précieux mis en circulation augmente, j'en donnerai plus

pour avoir le même poids de grain ; la hausse est déterminée, soit par la rareté de la marchandise à acquérir, soit par l'abondance de la matière qui sert à solder les achats, et la baisse par les contraires ; et il est curieux de constater que la hausse de la fin du XVIIIe siècle coïncide avec l'introduction en Europe d'une masse considérable d'argent extraite dans l'Amérique espagnole, que celle de 1850 suit la découverte et l'exploitation de l'or en Californie.

La baisse actuelle paraît être due à une cause du même ordre bien qu'opposée. A partir de 1873 plusieurs États deviennent monométallistes ; l'énorme quantité d'argent employée jusqu'alors aux échanges internationaux cesse d'avoir cours légal ; l'or reste seul, sa quantité est insuffisante, on en donne moins pour une même quantité de marchandises, qu'on en donnait quelques années auparavant : la baisse se produit.

L'Europe trouvera-t-elle le moyen de rendre à l'argent le rôle qu'il a rempli conjointement avec l'or pendant tant d'années ? Les mines d'or exploitées dans l'Afrique méridionale vont-elles jeter sur le marché une quantité de métal précieux suffisante pour combler le vide qu'a fait le retrait de la monnaie d'argent ? Ce sont là des questions que je ne saurais discuter, car elles sortent du domaine de l'agronomie.

Sa mission était de faire produire à la France

une quantité de blé suffisante pour assurer l'alimentation publique. Les chiffres suivants montrent le chemin parcouru : de 1820 à 1824, la culture du blé s'étend sur 4,800,000 hectares ; avec un rendement de 11 hectolitres 4, la récolte totale n'atteint pas 55 millions d'hectolitres et laisse une partie de la population, privée de pain de froment, s'alimenter de seigle, de sarrazin, ou de châtaignes. Aujourd'hui, la culture du blé s'étend à près de 7 millions d'hectares, avec un rendement de 16 à 17 hectolitres, elle dépasse de beaucoup 100 millions d'hectolitres. Loin de péricliter, comme on l'avait craint, la culture du blé prend donc dans notre pays une extension de plus en plus grande et les importations de blé étranger, qui nous ont si fort effrayés, s'atténuent chaque jour et tendent à disparaître.

Bien conseillée par la science, la culture française a donc réussi à assurer largement l'alimentation du pays et c'est là un progrès, dont elle a droit de s'enorgueillir.

LA POMME DE TERRE

Le nombre des espèces végétales qui se prêtent à la grande culture est restreint: presque toutes celles qui couvrent nos champs sont utilisées depuis des époques tellement reculées, qu'on n'en retrouve plus les formes primitives; il est très rare qu'une plante nouvelle s'introduise dans les cultures; et on peut répéter avec A. de Humboldt que, depuis les temps historiques, aucune acquisition n'est comparable à celle de la pomme de terre, de cette plante rustique, cultivée aujourd'hui dans le monde entier et qui, sur une surface donnée, fournit plus de matière nutritive qu'aucune des autres plantes agricoles.

Son extension est récente. Lorsque, à la fin du siècle dernier, A. Young parcourt notre pays, il mentionne à peine la pomme de terre, contre laquelle régnait alors un préjugé tellement vivace que le voyageur ajoute: « Les 99 centièmes de l'espèce humaine n'y voudraient pas toucher. »

Ce préjugé a disparu si complètement, qu'on

estime aujourd'hui à 3,142 millions de francs la valeur des pommes de terre produites annuellement dans le monde; sur cette somme formidable, la part de la France est de 600 à 700 millions, pour une production dépassant 100 millions de quintaux et s'étendant sur 1,350,000 hectares; l'Allemagne récolte au delà de 200 millions de quintaux; la Russie, 82; les Iles Britanniques, 80.

Nous voulons montrer dans ce chapitre comment la pomme de terre, longtemps dédaignée, s'est propagée aussitôt qu'eurent été reconnues ses admirables qualités; nous voulons indiquer, en outre, quels progrès récents ont été réalisés dans sa culture, comment on a réussi à triompher de la maladie qui a failli amener la disparition de cette plante précieuse, et enfin quels efforts nous devons faire encore pour en tirer tous les services qu'elle est capable de rendre.

I. — ORIGINE. — PROPAGATION. — TRAVAUX DE PARMENTIER.

Quand les hardis navigateurs espagnols franchirent l'isthme qui sépare les deux Amériques et descendirent, le long de la côte du Pacifique, au Pérou, puis au Chili, ils trouvèrent la pomme de terre cultivée, partout où le climat est tempéré, et il résulte d'une discussion minutieuse à laquelle

s'est livré M. de Candolle que le *Solanum tuberosum* est spontané dans les Andes du Chili : c'est de là qu'il est venu en Espagne, au commencement du XVIe siècle. La pomme de terre a probablement été introduite au Mexique par les Espagnols, car elle y était inconnue au moment de la conquête ; elle paraît avoir été apportée, également par les Européens, dans la partie des États-Unis appelée aujourd'hui Virginie et Caroline du Nord pendant la seconde moitié du XVIe siècle, et c'est de là que Raleigh l'introduisit de nouveau en Europe.

Sa culture n'y fit d'abord que peu de progrès : nous la trouvons répandue au XVIIIe siècle dans l'est de la France, là où le blé ne donnait que de maigres produits. La pomme de terre est considérée, à cette époque, comme un aliment grossier : l'article que la grande *Encyclopédie* consacre à la pomme de terre parut en 1765 ; il indique que cette plante est cultivée en Alsace, dans le Lyonnais, le Vivarais, le Dauphiné, mais qu'elle ne peut convenir qu'aux estomacs robustes des paysans.

Les nations, comme les hommes, ne s'instruisent qu'aux rudes leçons de l'adversité : en France, de mauvaises récoltes de blé se succédèrent en 1767, 1768 et 1769, et comme le pain était alors la nourriture exclusive des pauvres gens, la détresse fut extrême ; la population errait sur les routes, demandant à la charité une subsistance que la terre ne pouvait lui fournir.

L'insuffisance des voies de communication, les entraves administratives empêchant la circulation des grains, l'énormité des impôts pesant sur le cultivateur et décourageant les efforts les plus opiniâtres, contribuaient sans doute à engendrer ces misères; elles paraissaient dues cependant à des causes plus profondes. On commençait à douter que le blé fût à lui seul capable de subvenir aux besoins du pays, et sous l'empire de ces préoccupations générales, l'Académie de Besançon mit au concours, en 1771, la question suivante: « Quelles plantes, en France, peuvent, dans les temps de disette, suppléer aux autres nourritures de l'homme, et quelle est la nature de l'aliment qu'on peut tirer de ces végétaux? »

Plus qu'aucun autre, un pharmacien des armées, Parmentier, s'émut des souffrances de la population; mais sa pitié ne s'exhala pas en vaines lamentations; elle lui dicta la virile résolution de chercher la cause du mal, pour le combattre et le vaincre.

Parmentier eut tout d'abord la vue nette et précise que l'alimentation publique n'est assurée que si elle repose sur la culture de plusieurs végétaux différents, car il est rare que les conditions atmosphériques soient défavorables à toutes les récoltes, et d'ordinaire l'abondance de l'une compense le déficit des autres.

En 1772, il envoie à l'Académie de Besançon le

mémoire dans lequel il préconise la culture de la pomme de terre et commence sa longue lutte ; sans faiblir, il répondra à toutes les objections, triomphera de toutes les résistances.

Il montre par l'analyse que la pomme de terre ne renferme aucun principe nuisible, puis revient à ses cultures; chaque année il les répète, et ne distribue que parcimonieusement les tubercules, pour donner le désir d'acquérir une plante, qui paraîtra d'autant plus précieuse qu'elle est plus rare.

En 1781, il réimprime son mémoire qu'il intitule: *Recherches sur les végétaux qui dans les temps de disette peuvent remplacer les aliments ordinaires.* Lentement l'opinion s'émeut. Les railleurs, toujours ennemis des nouveautés, commencent à désarmer ; la culture de la pomme de terre est encouragée ; Louis XVI se pare de ses fleurs ; enfin en 1785 est exécutée la célèbre expérience de la plaine des Sablons: à juste titre, le souvenir s'en est conservé. Dans un terrain bien en vue, Parmentier fait cultiver la pomme de terre ; on multiplie les façons pour attirer l'attention ; quand les tubercules commencent à mûrir, il fait garder le champ par des soldats pour repousser les pillards : la plante est décidément de haute valeur, puisqu'on prend tant de peine pour la conserver ; la nuit, cependant, la surveillance se relâche: quelques hardis maraudeurs dérobent les tubercules, les

goûtent, les trouvent excellents; les larcins se multiplient, toute la récolte y passe. Aussitôt que, grâce au stratagème de Parmentier, on s'est décidé à manger les pommes de terre, leurs qualités apparaissent et on recherche un aliment qu'on repoussait naguère. Sa culture, dès ce moment, se répandit rapidement, et, au dire des contemporains, à deux ou trois reprises, elle préserva la France des horreurs de la famine. A la fin de sa vie, Parmentier peut écrire : « La pomme de terre n'a plus que des amis, même dans les contrées où l'esprit de système et de contradiction voulait la bannir à jamais. »

C'est en 1819, six ans après la mort de Parmentier, qu'un des plus illustres secrétaires perpétuels de l'Académie des sciences, le grand Cuvier, prononça son éloge ; il s'y trouve un portrait qu'on aime à relire :

« Cette longue et continuelle habitude de s'occuper du bien des hommes avait fini par s'empreindre jusque dans son air extérieur ; on aurait cru voir en lui la bienfaisance personnifiée. Une taille élevée et restée droite jusque dans ses derniers jours, une figure pleine d'aménité, un regard à la fois noble et doux, de beaux cheveux, blancs comme la neige, semblaient faire de ce respectable vieillard l'image de la bonté et de la vertu. Sa physionomie plaisait surtout par ce sentiment de bonheur, né du bien qu'il avait fait. Et qui, en

effet, aurait mieux mérité d'être heureux, que l'homme qui, sans naissance, sans fortune, sans de grandes places, sans même une éminence de génie, mais par la seule persévérance de l'amour du bien, a peut-être autant contribué au bien-être de ses semblables qu'aucun de ceux sur lesquels la nature et le hasard accumulent tous les moyens de les servir ? »

Et plus loin, résumant en quelques traits le caractère de Parmentier, Cuvier ajoute :

« En un mot, partout où l'ou pouvait travailler beaucoup, rendre de grands services et ne rien recevoir; partout où l'on se réunissait pour faire du bien, il accourait le premier, et l'on pouvait être sûr de disposer de son temps, de sa plume et au besoin de sa fortune. »

Depuis le commencement du siècle, la culture de la pomme de terre, si justement préconisée par le bon Parmentier, n'a cessé de s'étendre. Il devait en être ainsi : la plante est robuste, s'accommode des climats les plus différents et se prête à des emplois variés. Moins chargés de matières azotées, d'albuminoïdes, que les grains des céréales, les tubercules de pommes de terre sont très riches en fécule, identique, sauf la grosseur des grains, à l'amidon du blé. Agréable au goût, la pomme de terre entre avec grand avantage dans l'alimentation de l'homme et des animaux; elle constitue en outre la matière première de deux

industries importantes : la féculerie, la fabrication de l'alcool.

II. — DÉVELOPPEMENT DE LA POMME DE TERRE.

Bien que la plupart des variétés de pommes de terre portent des fleurs, puis des fruits de la grosseur d'une petite prune, remplis de graines susceptibles de germer, ce n'est pas habituellement par le semis de ces graines, mais par la plantation des tubercules conservés de la récolte précédente, qu'on prépare une nouvelle culture.

A la surface des tubercules, on distingue aisément les bourgeons, les germes, — les yeux suivant l'expression vulgaire, — qui vont donner naissance aux nouveaux organes. Quoique ces tubercules soient des tiges modifiées et présentent par suite une structure tout à fait différente de celle d'une graine, la série des transformations qui détermine l'épanouissement des bourgeons de la pomme de terre est tout à fait du même ordre que celle qui provoque la germination d'une graine, et pour suivre aisément ces métamorphoses délicates, il est avantageux de considérer d'abord ce qui se passe dans la graine.

Quand on ouvre un haricot de façon à séparer les deux parties dont il est formé, on distingue aisément, collées contre une des parois intérieures,

une petite radicelle et une petite tige portant un rudiment de feuilles: ce sont ces organes qui doivent se développer, percer les enveloppes, de façon que la radicelle s'enfonce dans le sol et que la tigelle pointant au-dessus du sillon apparaisse à la lumière. Visiblement, pour que ces jeunes organes s'accroissent, grandissent, se développent, il faut qu'ils s'assimilent de nouvelles matières, qu'ils se nourrissent. Leur nourriture est là à côté d'eux; les cotylédons, les deux fragments du haricot entre lesquels l'embryon est logé, en sont gonflés; la graine est à la fois une mère et une nourrice: elle renferme des matières azotées, de l'amidon ou de l'huile, et c'est précisément à cause de cette accumulation de matières nutritives dans les graines, que depuis un temps immémorial elles sont employées à la nourriture de l'homme et des animaux.

Ces matières azotées, cet amidon, cette huile, sont destinées à nourrir l'embryon. Mais embryon et aliment restent accolés au repos l'un à l'autre, tant que la graine est sèche et la température basse; aussitôt au contraire que la pluie arrive, que le temps devient plus doux, la graine entre en évolution, elle absorbe de l'eau, se gonfle, et les principes contenus dans les cotylédons, les réserves restées jusque-là inertes et inutiles, commencent leur métamorphose. Au repos, ces réserves sont insolubles dans l'eau, or pour être

assimilées, utilisées par l'embryon, il faut qu'elles deviennent solubles, qu'elles prennent une forme telle qu'elles traversent les parois des cellules, qu'elles se diffusent, qu'elles acquièrent, suivant la jolie expression des physiologistes allemands, « une forme de voyage. »

Si on examine au microscope une coupe d'une graine amylacée en germination et qu'on ait, ce qui est très facile, une image assez amplifiée pour distinguer les grains d'amidon, on les voit diminués, rongés, digérés. Ils se dissolvent sous l'influence d'un ferment soluble, la diastase, qui prend naissance dès que sont réunies les conditions extérieures nécessaires à la germination, c'est-à-dire de l'humidité, une température de 10° à 15°, et enfin de l'oxygène qui pénètre les tissus, les brûle partiellement et favorise, par la chaleur que dégage cette combustion, l'ensemble des métamorphoses.

Toutes ces transformations se produisent dans les tubercules de pomme de terre ; leur évolution est même bien plus facile que celle des graines : au lieu des 10 centièmes d'humidité qu'elles renferment habituellement et qui sont insuffisants pour que la germination commence, on en trouve dans les tubercules 70 centièmes ; aussi voit-on au printemps, dès que la température s'élève, les tubercules émettre des germes. — Ceux qui apparaissent ainsi dans les caves ou les

silos, à l'abri de la lumière, présentent un aspect très particulier. Tandis qu'un tubercule planté dans le sol forme des radicelles, puis une tige courte qui se couvre immédiatement de feuilles, que ce sont ces feuilles qu'on aperçoit tout d'abord quand on visite une plantation récente, la pomme de terre qui germe en silos produit, autour du bourgeon qui commence son évolution, un court verticelle de racines, puis une tige blanche, grêle, qui porte, très espacées les unes des autres, des feuilles rudimentaires jaunâtres ; au lieu de s'épanouir, celles-ci restent fixées le long de la tige.

Privées de lumières, les feuilles sont sans utilité : elles ne peuvent travailler à décomposer de l'acide carbonique, elles ne pourront fonctionner tant qu'elles n'auront pas atteint un espace éclairé, et dès lors les réserves du tubercule s'emploient à allonger les tiges qui peuvent conduire les feuilles à la lumière. Dans bien d'autres circonstances encore, on voit les végétaux utiliser les matériaux dont ils disposent, de façons différentes, suivant les conditions dans lesquelles ils sont placés, et toujours en développant les organes dont l'accroissement est le plus avantageux.

Que le tubercule donne des pousses blanches et grêles à l'obscurité, ou vertes et courtes à la lumière, il n'accomplit ce travail qu'à ses dépens ; il mérite absolument le nom de *mère* qu'on lui a donné : il se ride, se vide, diminue de poids. Sa

fécule se dissout, devient glycose, puis cellulose pour former les parois des cellules des organes nouveaux; les matières azotées, les albuminoïdes du tubercule se dissolvent également, et pour pénétrer dans les jeunes pousses où on les retrouve bientôt à leur état primitif, elles prennent la forme transitoire de substances solubles, dialysables, cristallines. Parmi ces dérivés des albuminoïdes se trouve la solanine, matière vénéneuse, comme plusieurs autres principes sécrétés par la famille des Solanées, à laquelle appartient la pomme de terre; on sait, en effet, que la nicotine se rencontre dans le tabac, et l'atropine dans la belladone. Les propriétés toxiques de la solanine sont bien connues des praticiens, qui ne manquent pas de priver de leurs pousses, où se localise la solanine, les tubercules germés avant de les distribuer aux animaux.

Quand les tubercules ont été régulièrement plantés, que leurs bourgeons se sont normalement développés; que les radicelles commencent à puiser dans le sol l'eau et les matières dissoutes, et les feuilles dans l'atmosphère l'acide carbonique aérien, le rôle du tubercule mère n'est pas terminé: il continue à se vider des provisions de matières nutritives qu'il renferme encore, et, après quelques semaines, ridé, noirci, presque réduit à ses enveloppes, il sert encore de réservoir d'humidité, tellement que sa suppression,

même tardive, diminue la vigueur des plantes qui en ont été privées et par suite l'abondance des récoltes.

Si, avec M. Aimé Girard, à qui on doit sur la culture de la pomme de terre d'importants travaux que nous utiliserons souvent dans cet écrit, on suit l'évolution des différents organes depuis la plantation jusqu'à la récolte, on reconnaît que dès le mois de juillet le réseau des radicelles est complètement formé: son poids ne varie plus jusqu'à la fin de septembre, et c'est seulement au mois d'octobre qu'il participe à la décadence de toute la plante. Les feuilles se développent rapidement pendant les mois de mai et de juin; elles ne s'accroissent plus que médiocrement en juillet et en août, tandis que c'est seulement pendant ce dernier mois que le poids des tiges présente son maximum.

Les tubercules, qui ont commencé à se montrer dès les premiers jours de juillet, s'accroissent en même temps que les feuilles et les tiges pendant l'été; mais tandis qu'en septembre les feuilles se flétrissent et tombent, que les tiges sèchent et méritent de plus en plus le nom de fanes sous lequel on les désigne, les tubercules continuent à s'accroître jusqu'au milieu d'octobre, époque à laquelle on procède à leur récolte.

Le développement des tiges et des feuilles précède celui des tubercules, et il est nécessaire

qu'il en soit ainsi : la feuille est le laboratoire de la plante, la petite usine dans laquelle s'élabore la matière végétale ; le tubercule n'est que le magasin dans lequel s'accumule cette matière qui lui est amenée par les vaisseaux de la tige.

Nous avons indiqué déjà dans plusieurs ouvrages (1) quelle est l'origine des matières végétales, et il est inutile d'y revenir. Les feuilles travaillent dans la pomme de terre comme dans les autres espèces cultivées ; mais, tandis que, dans le blé, l'avoine, les pois, les haricots, etc., tous les principes élaborés par l'activité chlorophyllienne sont utilisés à la formation des réserves de la graine, dans la pomme de terre ces principes émigrent vers les tiges renflées, vers les tubercules. Le chemin que suivent ces principes élaborés est facile à déterminer : si on pratique dans une tige de pomme de terre et dans le sens de la longueur une coupe assez mince pour être examinée au microscope, et qu'on imprègne cette coupe d'eau iodée de façon à colorer en bleu les grains de fécule, on voit ceux-ci épars, jalonnant les parois des vaisseaux les plus voisins de la partie extérieure ; ces vaisseaux se prolongent en dehors de la tige en un mince filet blanc, le stolon, qui se renfle bientôt en tubercules : c'est là que s'accumulent la fécule et en bien moindre proportion les matières azotées.

(1) Traité de chimie agricole. — Masson. — Les engrais, les ferments de la terre. — Rueff.

Il y a trente ans environ que j'ai essayé de montrer par une expérience schématique le mécanisme de l'accumulation de la fécule dans le tubercule de la pomme de terre, de l'amidon dans le grain de blé: ces substances se forment dans les feuilles, mais elles ne s'y rencontrent jamais qu'en très minimes proportions. Comment cheminent-elles d'un organe à l'autre et finissent-elles par s'accumuler de façon à former les trois quarts du poids de la matière sèche soit dans le grain, soit dans le tubercule? C'est là ce qu'il faut concevoir.

L'explication que j'ai donnée repose sur la découverte des phénomènes de diffusion, due au chimiste anglais Th. Graham. Une matière soluble introduite dans un liquide tend à s'y répandre uniformément: si, par exemple, on place dans un vase de verre renfermant une dissolution de sulfate de cuivre un cylindre creux de biscuit de porcelaine non vernissée, poreux par conséquent, et qu'on remplisse ce cylindre d'eau distillée, on observe qu'après quelques jours le sulfate de cuivre a traversé les pores de la porcelaine, a pénétré dans l'eau distillée, bien que les deux liquides eux-mêmes n'aient participé en rien à ce mouvement. Si, poussant plus loin l'investigation, on détermine par l'analyse les poids de sulfate de cuivre que renferment des volumes égaux de la dissolution extérieure et du liquide contenu dans

le vase poreux, on trouve que ces poids sont égaux: l'équilibre est établi; la matière dissoute a cheminé de molécules d'eau en molécules d'eau, sans que l'eau elle-même ait participé à ce mouvement. Il y a indépendance absolue entre la matière dissoute et le dissolvant: l'un se transporte, tandis que l'autre reste en place.

Si aucune cause perturbatrice n'intervenait, l'équilibre établi par diffusion persisterait indéfiniment; mais il n'en sera plus ainsi si, par un artifice quelconque, nous enlevons à l'eau contenue dans le vase poreux le sulfate de cuivre dont elle est chargée, si, par exemple, nous faisons tomber dans le vase poreux quelques gouttes d'eau de baryte: cette base amène l'acide sulfurique à l'état insoluble, en formant avec lui du sulfate de baryte, et l'oxyde de cuivre hydraté, insoluble quand il est séparé de l'acide sulfurique, se précipite du même coup. A ce moment l'eau du vase poreux est privée de matière dissoute, et aussitôt la diffusion entre en jeu de nouveau: le sulfate de cuivre du vase extérieur chemine vers le liquide intérieur et, bientôt l'équilibre détruit par l'action de l'eau de baryte est rétabli. Après quelques jours, quand l'analyse a montré que, de nouveau, les deux liquides sont au même degré de concentration, que l'un s'est appauvri de ce que l'autre a gagné, on procède à une nouvelle précipitation, et, en continuant ainsi, on peut accumuler dans le vase

poreux les deux éléments du sulfate de cuivre : l'acide et la base, et la seule raison de cette accumulation est l'insolubilité qu'ils ont acquise dans le vase poreux.

Dans la feuille de pomme de terre, la cellule à chlorophylle élabore des hydrates de carbone solubles : glycose, saccharose, qui parfois s'y concrètent momentanément sous forme d'amidon, pour reprendre bientôt l'état soluble. Ces hydrates de carbone dissous dans l'eau de la cellule tendent à se répandre uniformément dans les liquides qui gorgent les vaisseaux ; ils y cheminent par diffusion, comme le sulfate de cuivre dans l'expérience schématique que nous venons de rappeler, ils arrivent jusqu'au stolon : là, par un mécanisme dont nous ignorons encore le détail, sans doute sous l'influence d'un ferment, ces hydrates de carbone se transforment en fécule insoluble, et dès lors le liquide, qui a perdu par précipitation les hydrates de carbone solubles qu'il renfermait, est apte à en recevoir un nouvel afflux ; la dissolution s'appauvrit de proche en proche, et cet appauvrissement détermine un mouvement de diffusion de la feuille où s'élaborent les hydrates de carbone, jusqu'au tubercule, où ils se concrètent sous forme de fécule.

Les albuminoïdes contenus dans les tubercules de pommes de terre ne paraissent pas y être à l'état insoluble, et par suite l'interprétation précé-

dente ne paraîtrait pas pouvoir s'appliquer à leur accumulation, si on ne savait que la matière soluble peut affecter un état tel qu'elle soit incapable de cheminer au travers des cellules : c'est c'état colloïdal. Le sucre et la gomme ont des compositions identiques : certaines variétés de gomme sont solubles comme le sucre et cependant ne peuvent passer comme lui au travers des membranes ; le sucre cristallin se diffuse aisément, la gomme colloïdale reste là où elle est formée ; les matières albuminoïdes sont dans le même cas : aussi, quand elles doivent cheminer d'un organe à l'autre, prennent-elles, ainsi que nous l'avons dit déjà, des formes de voyage. Il est vraisemblable que les matières azotées formées dans les feuilles subissent quelques métamorphoses qui leur permettent de suivre les hydrates de carbone dans leur migration vers le tubercule, et qu'arrivées là, elles reprennent la forme colloïdale, qui équivaut à l'insolubilité.

A cette influence de la précipitation des matières dissoutes dans les tubercules se joint, à l'arrière-saison, celle de la dessiccation des feuilles et des tiges, dessiccation qui détermine la concentration des liquides qu'elles renferment et par suite le cheminement des matières dissoutes vers les tubercules ; en effet, la dissolution est plus concentrée dans les feuilles que dans le tubercule, où cette dissolution se détruit par précipitation

des hydrates de carbone à l'état de fécule, des matières azotées à l'état colloïdal.

De même que toute l'activité d'une plante annuelle à graine se concentre sur la production de cette graine, où s'accumulent l'amidon, l'huile et la matière azotée, de même toute l'activité de la pomme de terre tend à la formation des tubercules. Au moment de la moisson, les tiges du blé ont séché, jauni; le grain seul reste vivant: de même au moment de la récolte des pommes de terre, les tiges ont noirci, les feuilles ont disparu, leur rôle est terminé: elles se sont épuisées à nourrir les tubercules que la houe ramène à la surface du champ.

Dans la formation de la graine ou dans celle du tubercule, le dessein de la nature est le même: la production des organes destinés à conserver l'espèce, à la perpétuer, à la disséminer. Dans la graine ou le tubercule se trouvent accumulés sous un petit volume tous les produits que la plante a élaborés pendant sa vie pour nourrir l'embryon de la graine ou le bourgeon du tubercule et lui fournir au retour de la bonne saison les matériaux nécessaires à la formation des nouveaux organes. Or, ces substances nécessaires aux germes végétaux sont aussi des aliments pour les hommes et les animaux: de là les immenses surfaces que consacrent tous les peuples, depuis un temps immémorial, à la culture des plantes à graines comes-

tibles: blé, seigle, orge, avoine, pois, haricots, sarrasin, etc., ou aux plantes qui forment des tubercules : pommes de terre et topinambours dans nos contrées ; ignames, patates, dans d'autres pays.

III. — CULTURE DE LA POMME DE TERRE INDUSTRIELLE OU FOURRAGÈRE.

La pomme de terre, nous l'avons dit déjà, se prête à de nombreux usages; elle entre pour une large part dans la consommation humaine, l'on en tire de la fécule, on métamorphose cette fécule en alcool, enfin on utilise les tubercules à la nourriture des animaux domestiques. Les pommes de terre destinées à la table acquièrent des valeurs très différentes suivant qu'elles sont de conserve ou qu'elles viennent d'être récoltées; les pommes de terre *nouvelles* font prime sur le marché: elles sont obtenues par la culture maraîchère, qui emploie des procédés un peu différents de ceux qu'utilise la grande culture, dont il faut nous occuper d'abord.

Pendant longtemps la culture de la pomme de terre industrielle est restée stationnaire dans notre pays: la statistique de 1882 nous montre que les rendements à l'hectare sont en général médiocres, ils ne dépassent guère 10,000 kilogrammes; or les tubercules destinés à l'industrie ou consommés à la

ferme ne valent que 4 à 5 francs le quintal: on réalisait donc de 400 à 500 francs de produit brut à l'hectare, ce qui n'est que peu avantageux.

Sans doute, tout le monde n'en était pas là: M. Dailly, de Trappes, qui a laissé une comptabilité très bien tenue, accusait pendant les années 1845, 1863, 1875 des rendements de 30,000 kilogrammes, mais ils étaient exceptionnels, et en moyenne la récolte restait seulement à 17,000 kilogrammes. Sans doute encore d'habiles cultivateurs, M. Boursier dans l'Oise, M. P. Genay dans Meurthe-et-Moselle, atteignaient des rendements plus élevés ; mais en général et sur toute l'étendue de notre territoire, la production à l'hectare est faible et surtout les tubercules obtenus, de médiocre valeur. Le *Bulletin du Ministère de l'Agriculture* nous apprend qu'en 1891 la France obtenait, sur 1,465,000 hectares, 131 millions d'hectolitres de tubercules (1); ce qui donne comme produit moyen à l'hectare 89 hectolitres 75, tandis que l'Allemagne produisait sur 2,920,000 hectares, 322 millions d'hectolitres, correspondant à 110 hectolitres à l'hectare. En outre, en France la valeur de l'hectolitre moyen est de 5 fr. 91, tandis qu'il s'élève à 7 fr. 15 en Allemagne.

Ainsi la production en France est plus faible qu'en Allemagne, les rendements sont moindres, les prix sont plus bas.

(1) L'hectolitre pèse environ 75 kilogrammes.

A quelles causes attribuer cette infériorité? Comment la faire cesser? Telles sont les questions qu'il y a dix ans M. Aimé Girard résolut d'aborder.

Pourquoi, tout d'abord, la pomme de terre a-t-elle plus de valeur de l'autre côté du Rhin qu'en France? C'est qu'en Allemagne elle est surtout employée comme matière première de la fabrication de l'alcool: or la partie du tubercule qui se saccharifie, puis fermente, est la fécule, et les tubercules allemands sont plus riches que les nôtres.

Comme, au début de ses recherches, M. Aimé Girard pensait surtout à développer en France la fabrication de l'alcool au moyen des tubercules de pommes de terre, il voulut obtenir d'une surface de terrain consacré à cette plante le maximum de fécule, c'est-à-dire de matière alcoolisable. Dans certaines cultures, le poids de matière végétale élaborée est seul à considérer: on ne fait pas de distinctions assez profondes dans la qualité du blé recueilli, pour qu'il n'y ait pas, presque toujours, avantage à porter tous ses efforts vers les gros rendements; et, bien que les beaux blés blancs se vendent de 1 franc à 1 fr. 50 de plus par quintal que les blés roux, cette différence ne peut entrer en compensation avec les excédents de rendements de 10 à 12 quintaux par hectare que produisent ces derniers. Pour les pommes de terre destinées à la fabrication de l'alcool, il s'agit

non seulement de recueillir à l'hectare un poids considérable de tubercules, mais en outre de tubercules riches en fécule et tout de suite cette nécessité orientait les recherches.

Si, en effet, à l'aide de bons procédés de culture, d'engrais appropriés, on réussit à augmenter le poids de matière végétale élaborée à l'hectare, travail du sol et engrais ont beaucoup moins d'action sur la composition de la récolte obtenue : cette composition est au contraire étroitement liée à la nature de la variété employée.

La supériorité des résultats constatés en Allemagne était-elle due à des conditions météorologiques plus favorables que celles que présente notre climat ? ou bien devait-on l'attribuer surtout au choix des variétés plantées ? Pour le savoir, M. Girard a introduit d'Allemagne des semenceaux de plusieurs variétés, considérées comme les plus favorables à une forte production de fécule à l'hectare ; ces essais commencés en 1884, puis poursuivis pendant les années suivantes sur les variétés : Richter's Imperator, Gelbe Rose, Hermann et Magnum Bonum, fournirent des rendements plus élevés à l'hectare, des tubercules plus riches que ceux qu'on obtient habituellement de l'autre côté du Rhin ; ce qui montrait tout d'abord que notre climat n'oppose aucun obstacle à la culture de variétés plus prolifiques que celles qu'on plantait d'ordinaire.

En 1888, les résultats devinrent décisifs. Pour être certain de ne laisser échapper aucune chance de succès, 22 variétés furent mises en comparaison, et tandis que la variété Chardon, très répandue en France pour alimenter les féculeries, donnait à l'hectare 21,500 kilogrammes de tubercules renfermant 3,010 kilogrammes de fécule, plusieurs autres variétés lui furent notablement supérieures, et parmi elles la Richter's Imperator se plaça nettement au premier rang : sur une petite surface, égale à celle qu'occupaient les autres variétés, elle fournit la valeur de 44.000 kilogrammes de tubercules à l'hectare avec 8 tonnes de fécules dans un cas, 41,072 kilogrammes dans un autre, encore avec 8,000 kilogrammes de fécule. Deux autres essais furent un peu moins favorables, mais l'un d'eux disposé sur un hectare fournit cependant 33 tonnes de tubercules renfermant 5,808 kilogrammes de fécule.

La fécondité de la Richter's Imperator, mise en lumière par les travaux de M. Aimé Girard, frappa vivement un certain nombre de cultivateurs avisés, qui n'hésitèrent pas à mettre en expérience la nouvelle variété. Les résultats obtenus confirmèrent absolument ceux qu'avait annoncés notre savant confrère : deux observateurs recueillirent à l'hectare plus de 9,000 kilogrammes de fécule; quatre, plus de 8,000; sept, des quantités variant entre 7 et 8,000 kilogrammes : les récoltes les plus

faibles donnèrent encore assez de tubercules pour qu'on y trouvât de 6 à 7,000 kilogrammes de fécule.

Le brillant succès de la Richter's Imperator témoignait de l'extrême importance que présente le choix des variétés, puisqu'il avait suffi de substituer aux pommes de terre plantées habituellement, les tubercules de Richter pour augmenter la récolte dans d'énormes proportions. Depuis cinq ou six ans on s'est engagé dans la voie si heureusement ouverte, et de nombreuses variétés nouvelles ont été mises à l'étude ; on a recommandé notamment : Chancelier de l'Empire, Géante sans pareille, Géante bleue, Tsarine ; nous les avons nous-mêmes cultivées au champ d'expériences de Grignon, et bien que quelques-unes soient recommandables, soit par l'abondance de leur production à l'hectare, soit par leur teneur en fécule, aucune ne s'est montrée nettement supérieure à la Richter, qui reste la grande favorite, bien qu'on lui reproche de ne pas se conserver pendant l'hiver aussi longtemps qu'il serait désirable.

M. Aimé Girard ne s'est pas borné du reste à préconiser cette variété prolifique, il a en outre donné des indications très précises sur les méthodes de culture à employer pour en obtenir le maximum de produit (1). La nature du terrain

(1) On trouvera ces indications dans l'ouvrage : *Recherches sur la cul-*

paraît indifférente : on atteint les hauts rendements aussi bien dans les terres légères que dans les terres fortes ; les sols fertiles donnent naturellement des récoltes plus abondantes que les terrains ingrats, mais sur ceux-ci cependant la culture est encore profitable. La profondeur du labour exerce en revanche une influence décisive : il faut, toutes les fois que cela est possible, remuer de 25 à 30 centimètres de terre ; aussitôt qu'on se borne à des labours superficiels de 10 centimètres, la récolte baisse. Tandis que sur les anciennes variétés peu prolifiques les copieuses fumures n'exerçaient pas d'action bien sensible, la Richter, au contraire, bénéficie des engrais qui lui sont distribués : c'est en enfouissant à l'hectare de 20 à 25,000 kilogrammes de fumier de ferme, 200 kilogrammes de nitrate de soude, autant de sulfate de potasse et 400 kilogrammes de superphosphate, qu'on obtient les rendements les plus élevés. M. Aimé Girard se garde bien cependant de vouloir imposer une formule générale applicable partout et toujours; il sait que l'engrais n'est efficace qu'autant qu'il apporte au sol un élément qui lui fait défaut, et que par suite la composition de la fumure doit varier avec la nature du sol auquel elle est destinée.

---

ture de la pomme de terre industrielle et fourragère, chez Gauthier-Villars ; dans divers journaux agricoles en 1890 et 1891 ; et notamment dans le tome XVI des *Annales agronomiques*, p. 145 et 529.

La terre est labourée, les engrais enfouis, la variété choisie, il faut procéder à la plantation, et ici encore le mode d'opérer est loin d'être indifférent. M. Aimé Girard prescrit d'employer des tubercules moyens et surtout de les planter entiers : si les cultivateurs ont habituellement suivi les indications précédentes et s'en sont bien trouvés, ils sont plus rebelles au sujet de cette dernière règle et les partisans des pommes de terre fragmentées restent nombreux.

Il importe enfin de procéder à une plantation régulière, en lignes distantes de 60 centimètres, portant un pied de 50 en 50 centimètres. A ces écartements, tous les travaux exécutés avec les animaux restent faciles. Parmi ces travaux, le plus avantageux est le buttage : butter les pommes de terre, c'est recouvrir le collet d'une petite butte de terre ; les bourgeons qui partent de la partie de la tige ainsi enterrée donnent en effet des rameaux à tubercule, et la récolte est augmentée.

Vers le mois de juillet, quand la saison est favorable, les champs sont complètement couverts, c'est à ce moment qu'il faut marquer les pieds les plus vigoureux, dont les tubercules serviront à la récolte suivante. Faut-il aller plus loin encore, et au moment des plantations choisir, parmi les tubercules issus d'un pied se distinguant par sa puissante végétation, ceux qui présentent la plus grande richesse en fécule, ce qui est aisé, en re-

marquant que les tubercules les plus riches sont aussi les plus denses, et que par suite une simple balance hydrostatique permet le classement ? On l'a cru, mais de nouveaux essais ont fait voir que la richesse en fécule n'était pas héréditaire et qu'un tubercule pauvre pouvait engendrer des pommes de terre chargées de fécule, tandis que d'un riche, il naissait parfois au contraire des tubercules médiocres, de telle sorte que le triage des tubercules à la balance hydrostatique, ou à l'aide de bains plus ou moins chargés de sel, ne paraît pas nécessaire.

Grâce aux beaux travaux, aux instructions précises de M. Aimé Girard, il est facile d'obtenir d'un hectare un poids de tubercules, un poids de fécule singulièrement plus élevés que ceux qu'on récoltait naguère. Comment utiliser ce surcroît de produit ? C'est là ce qu'il importe d'examiner.

IV. — FÉCULERIES ET DISTILLERIES.

La pomme de terre alimente, ainsi qu'il a été dit déjà, deux industries importantes : la fabrication de la fécule, celle de l'alcool.

La fécule est une poudre blanche, impalpable, composée de grains très fins, faciles à observer au microscope ; sa composition est identique à celle de l'amidon des céréales, formé de grains arrondis

comme la fécule, mais de dimensions encore plus réduites.

Outre quelques usages culinaires, la fécule entre en nature dans la pâte à papier. Après avoir subi l'action des acides étendus à chaud, elle devient soluble : c'est alors la dextrine qui, très économiquement, remplace la gomme. Soumise plus longtemps à l'action des acides, la fécule devient glycose, entre dans la préparation de la bière, dans celle de la confiserie commune : on fabrique chaque année en France 10 millions de kilogrammes de sirop de fécule.

L'extraction de la fécule est très aisée : il suffit pour l'obtenir de réduire les pommes de terre en pulpe et de laver cette pulpe sur un tamis ; l'eau entraîne les grains de fécule assez fins pour traverser les mailles du tamis, tandis que les pulpes formées de débris de cellules sont retenues. Les eaux de lavage laiteuses abandonnées au repos pendant quelques instants laissent déposer la fécule ; l'albumine entraînée en même temps que la fécule reste en dissolution ; on sépare l'eau qui a laissé déposer la fécule, on remet celle-ci en suspension à deux ou trois reprises différentes, dans de l'eau pure, on la laisse déposer une dernière fois, et il ne reste plus qu'à dessécher à basse température, afin d'éviter la formation de ces masses mucilagineuses, connues sous le nom d'empois.

La fabrication industrielle imite absolument la préparation des laboratoires que nous venons d'indiquer : on se borne à substituer des procédés mécaniques aux manipulations.

Les tubercules, bien lavés pour les débarrasser de la terre restée adhérente après l'arrachage, sont conduits à des râpes qui les déchirent de leurs dents tranchantes ; la pulpe formée tombe dans de grands cylindres en toile métallique constamment parcourus par un filet d'eau. Pour favoriser le passage de la fécule au travers des mailles de cette toile métallique, des brosses montées perpendiculairement sur un axe qui tourne dans le cylindre en toile métallique remuent la pulpe, l'appuient contre la toile, et la débarrassent de sa fécule. L'eau laiteuse tombe dans des conduites en bois légèrement inclinées, la fécule se dépose peu à peu. Elle est remise en suspension dans l'eau une dernière fois, et se dépose assez pure pour qu'il n'y ait plus qu'à la dessécher et à l'emmagasiner.

Les eaux qui ont servi à l'extraction, puis au lavage de la fécule, renferment l'albumine soluble contenue dans les tubercules ; cette albumine fermente aisément en répandant une odeur infecte, aussi les eaux de féculerie sont-elles l'origine de gros embarras. On diminue beaucoup leurs inconvénients en les portant, dès que la fécule est déposée, à une température de 75°, suffisante pour

coaguler l'albumine : elle est dès lors devenue insoluble, et si on fait filtrer les eaux sur les pulpes destinées à l'alimentation du bétail, on augmente beaucoup leur valeur nutritive ; en outre, on peut impunément rejeter dans les ruisseaux les eaux dépouillées de l'élément putrescible qu'elles renfermaient. Il est bien à remarquer cependant que l'échauffement de la grande masse d'eau nécessaire à l'extraction et au lavage de la fécule est coûteux, et que c'est seulement quand on ne peut pas employer directement les eaux de féculerie aux irrigations, ou les rejeter impunément en dehors des usines, qu'on se résigne à séparer l'albumine qu'elles renferment.

Jusqu'à présent, nous ne produisons en France, à l'aide des pommes de terre, que de minimes quantités d'alcool : les usines qui avaient été montées ont même suspendu leurs opérations, par suite du bas prix actuel de l'alcool. L'année 1893 a produit une énorme quantité de fruits de toute espèce ; les bouilleurs de cru s'en sont donné à cœur joie ; et la fraude s'est tellement étendue que les cours de l'alcool régulièrement fabriqué se sont effondrés.

En Allemagne, il n'en est pas ainsi : sur les 4 millions d'hectolitres d'alcool jetés annuellement sur le marché, 3 millions proviennent des pommes de terre. Cet alcool est surtout produit dans de petites distilleries agricoles, analogues à celles qui

ont prospéré chez nous pendant quelques années, après le ravage de nos vignobles par l'oïdium ; en France, on employait surtout comme source d'alcool la betterave, les Allemands au contraire utilisent la pomme de terre. La fabrication comprend trois opérations distinctes : il faut d'abord, suivant l'expression consacrée, saccharifier la fécule ; puis déterminer par fermentation la transformation du sucre produit en alcool ; et enfin séparer cet alcool par distillation du liquide où il a pris naissance.

La première de ces opérations, la saccharification de la fécule, met en jeu ce ferment soluble que nous avons vu se développer dans toutes les graines qui entrent en germination, la diastase : on l'emprunte à de l'orge germée. Les pommes de terre cuites à la vapeur, écrasées entre deux cylindres, tombent dans un grand vase. On y introduit, en outre, de l'orge germée en poudre et de l'eau portée à 50° environ ; puis, à l'aide d'agitateurs mécaniques, on brasse énergiquement le mélange. D'abord pâteux, il se fluidifie rapidement. Après quatre ou cinq heures la fécule est dissoute ; elle s'est combinée à une petite quantité d'eau pour former un sucre analogue à celui qu'on trouve dans les fruits, la glycose : on sépare le liquide des principes non saccharifiables de la pomme de terre, on refroidit, et on conduit aux cuves de fermentation.

Le ferment alcoolique qui se rencontre sur tous les fruits sucrés n'est plus soluble dans l'eau comme la diastase : c'est un véritable végétal formé de petites cellules ; il se multiplie dans les cuves où les brasseurs déterminent la fermentation de l'infusion d'orge, d'où le nom de levure de bière sous lequel on désigne habituellement ce ferment alcoolique. Son action est beaucoup plus lente que celle de la diastase ; c'est seulement trois ou quatre heures après l'ensemencement de la levure, qu'apparaissent les premières bulles d'acide carbonique, dont la production est corrélative de celle de l'alcool.

Comme, malgré la filtration grossière qu'il a subie, le liquide mis en fermentation n'était pas limpide, que l'addition de la levure de bière a augmenté son trouble, on voit bientôt apparaître à la surface du liquide des matières solides entraînées par l'acide carbonique : c'est le chapeau ; il persiste quelque temps, puis se brise, se disloque, retombe au fond. Après trois jours l'effervescence est calmée, et il ne reste plus qu'à faire passer le liquide à l'appareil distillatoire.

L'alcool *éthylique*, qui est le produit principal de la fermentation, entre en ébullition à 78°, l'eau, comme chacun sait, à 100° : on conçoit donc que, si on soumet à l'action de la chaleur un mélange d'alcool et d'eau, ce soit la vapeur d'alcool qui s'échappe la première, et que, si on arrête la dis-

tillation quand une fraction du liquide, un tiers par exemple, aura été réduit en vapeur, tout l'alcool se trouvera dans ce tiers qui a distillé le premier. La vapeur est condensée à l'aide d'appareils réfrigérants, et on obtient ainsi un produit désigné sous le nom de flegmes. Les flegmes renferment, outre de l'alcool éthylique et de l'eau, un grand nombre d'autres produits volatils qui prennent naissance pendant la fermentation. Parmi eux, se trouve l'alcool *amylique,* encore désigné sous le nom d'huile de pommes de terre, et quand la dernière opération à laquelle se livrent les distillateurs pour séparer des flegmes l'alcool éthylique, la rectification, n'est pas très bien conduite, l'alcool amylique figure parmi les produits livrés à la consommation, dans la proportion de 2 à 5 millièmes. On assure qu'il exerce sur l'organisme une action encore plus nocive que celle de l'alcool éthylique : aussi cherche-t-on à l'éliminer des produits qu'on désigne sous le nom d'*alcools bon goût*. On y réussit, et les alcools industriels présentent souvent une pureté remarquable : ils servent à la fabrication des liqueurs fines, et notamment à l'imitation des eaux-de-vie renommées, tandis que les bas produits provenant de ces rectifications sont employés à la fabrication des liqueurs, dans lesquelles des parfums violents masquent la saveur désagréable des alcools mauvais goût.

La fabrication de l'alcool de pomme de terre laisse d'importants résidus employés à la nourriture du bétail; ils portent le nom de drêches. Dans la série d'opérations que subit la pomme de terre pour fournir de l'alcool, un seul de ses éléments, la fécule, est transformée, et elle ne l'est jamais entièrement : l'albumine, la cellulose, persistent et se retrouvent dans les résidus solides des opérations; mais elles s'y retrouvent diluées dans des quantités d'eau considérables : aussi, dans les distilleries agricoles, les drêches sont-elles distribuées au bétail, liquides et chaudes, à 40 ou 50°. L'hectolitre ne contient guère que 8 kilogrammes de matière sèche : cette espèce de bouillon convient très bien cependant aux vaches laitières, aux bœufs à l'engrais et aux porcs. Si la drêche doit être expédiée à quelque distance, il convient de lui enlever une partie de l'eau qu'elle renferme, soit par une simple décantation du liquide qui flotte au-dessus des résidus solides, soit par compression de ceux-ci : on obtient ainsi une matière ne renfermant plus que les trois quarts de son poids d'eau, plus chargée par conséquent de matières nutritives que les betteraves fourragères, et en associant les drêches à du foin, à des menues pailles, à des tourteaux, on obtient une excellente ration.

La grosse dépense de toutes les spéculations qui portent sur les animaux est naturellement

leur alimentation : si la ration baisse de prix, la vente du lait, des animaux couvre et au delà les dépenses ; le fumier produit est obtenu en surcroît, et la ferme prospère. On conçoit dès lors quels avantages présentent les industries agricoles annexées aux exploitations rurales. Si je cultive des pommes de terre et que le prix de l'alcool que j'en tire me paie toutes les dépenses afférentes à cette culture, que j'aie les drêches comme bénéfice, je puis nourrir mes animaux à bas prix et par suite réaliser un gain qui m'échapperait, si j'étais obligé de faire consommer mes pommes de terre en nature.

C'est bien cependant ainsi qu'elles sont employées habituellement ; elles servent surtout à l'alimentation des porcs. On ne les donne qu'après cuisson à la vapeur ; elles sont mélangées à des eaux grasses, à du petit-lait et, à la fin de l'engraissement, à de la farine d'orge, de seigle, de maïs, dans les pays où ces grains sont abondants : c'est à nourrir les porcs que les États-Unis emploient la plus grande partie de l'énorme quantité de maïs qu'ils récoltent chaque année.

Si on songe que de tous les animaux domestiques le porc est le plus prolifique, le plus aisé à nourrir, celui qui le plus rapidement se résout en viande, en graisse, en sang, faciles à préparer, à saler, à conserver, on concevra combien la propagation de la pomme de terre a favorisé l'élevage

du porc : en 1850, nous n'en comptions en France que 5 millions ; en 1867, leur nombre s'élevait à 6 millions ; en 1882, il atteignait déjà 7 millions.

Consommation humaine dans les campagnes, fabrication de la fécule, de l'alcool, nourriture des porcs, tels sont les usages auxquels se prêtent les pommes de terre de grande culture. Ainsi qu'il a été dit déjà, nous lui consacrons en France près d'un million et demi d'hectares : or, si nos cultivateurs bien conseillés, plus attentifs qu'ils ne le sont d'ordinaire, abandonnent leurs variétés peu prolifiques et consentent à planter celles qui sont préconisées aujourd'hui ; s'ils donnent des labours plus profonds, s'ils emploient des engrais appropriés à la nature de leur sol, les rendements vont s'élever : de 80 à 100 quintaux à l'hectare, ils monteront à 200 ou 250, et alors n'est-il pas à craindre que nous nous trouvions devant une production hors de toutes proportions avec nos besoins ?

M. Aimé Girard a très bien compris qu'il y avait là un danger, qu'il fallait conjurer en ouvrant à la pomme de terre de nouveaux débouchés : or, depuis longtemps, dans quelques-uns de nos départements de l'Est, on donne au bétail des pommes de terre cuites ; mais aucune expérience régulière n'avait été entreprise pour connaître les effets de cette ration, quand mon savant confrère commença la longue série d'études qu'il continue encore aujourd'hui.

L'analyse montre que la pomme de terre cuite est beaucoup moins aqueuse que la betterave fourragère employée habituellement pendant l'hiver à l'alimentation des bêtes à cornes : aussi peut-on substituer aux 50 kilogrammes de betteraves donnés journellement, 25 kilogrammes de pommes de terre ; en ajoutant, pour constituer la ration des bœufs à l'engrais, 7 kilogrammes 500 de foin, 5 kilogrammes de paille, et 30 grammes de sel, on a très bien réussi, et à l'un des derniers concours agricoles des Champs-Élysées on a pu voir en excellent état des animaux dont l'engraissement avait été ainsi conduit.

Il est d'autant plus intéressant de faire entrer la pomme de terre dans l'alimentation des animaux, que cette plante donne encore des récoltes passables pendant les années sèches, si contraires à la production des betteraves et à la végétation des prairies. On se rappelle quelle influence déplorable a exercée sur nos étables la sécheresse persistante qui a régné pendant le printemps et l'automne de 1893 (1) : si les cultivateurs avisés consacrent une partie de leurs domaines à la plantation des variétés de pommes de terre à grand rendement, ils auront plus de chances d'éviter les effets ruineux qu'exercent les sécheresses prolon-

(1) Voyez la *Revue des Deux-Mondes* du 15 octobre 1893.

gées sur les plantes employées aujourd'hui à l'alimentation du bétail.

V. — POMMES DE TERRE DE PRIMEUR.

Les variétés de pommes de terre de grande culture les plus avantageuses par l'abondance de leurs rendements n'ont pas toutes une saveur agréable: on les consomme cependant dans les campagnes, mais en général les tubercules destinés à la table appartiennent à des variétés différentes de celles qui alimentent les usines ou les animaux de la ferme. On sait, en outre, que les pommes de terre récemment arrachées, les pommes de terre *nouvelles,* sont plus tendres, plus délicates que celles qui sont conservées pendant plusieurs mois; elles se vendent à des prix infiniment plus élevés: tandis que le quintal des tubercules de grande culture ne vaut guère que 4 à 5 francs, les pommes de terre nouvelles atteignent parfois à Paris le prix de 100 francs le quintal. Suivant que les conditions météorologiques de l'hiver favorisent ou contrarient la culture, les tubercules sont abondants ou rares : de là d'une année à l'autre d'énormes différences de prix. On a payé à la halle de Paris le quintal de pommes de terre nouvelles de 74 à 84 fr. 50 en 1891, après un hiver très rigoureux ; et de 47 à 56 francs en 1892.

Comme les pommes de terre nouvelles sont d'autant plus recherchées qu'elles arrivent plus tôt sur le marché, qu'en outre elles sont moins offertes dans les premiers mois de l'année qu'un peu plus tard, les prix pendant la même année varient d'un mois à l'autre: très élevés en février et mars, encore soutenus en avril, ils commencent à décliner en mai et juin.

Le désir de profiter des hauts prix qu'atteignent les pommes de terre de primeur conduit à ne planter que des variétés d'un développement très rapide, qu'on arrache souvent avant que les tubercules n'aient atteint leur complet développement; et comme cette récolte doit être faite en hiver ou au premier printemps, la culture ne peut s'établir que dans les contrées où les gelées hivernales sont rares. Le marché de Paris est alimenté par l'Algérie, la Provence, puis par le Finistère, les Côtes-du-Nord, la Manche, là où le courant marin adoucit les rigueurs de l'hiver. Les maraîchers parisiens ont eu longtemps une part prépondérante dans la production de la pomme de terre de primeur: la concurrence de l'Algérie et de la Provence rend aujourd'hui cette culture moins profitable.

On sait quelles différences de climat présentent les diverses régions de notre Algérie; tandis que les hivers sont rudes sur les hauts plateaux, particulièrement dans la province de Constantine, il ne gèle guère sur le littoral, et on peut y cultiver

la pomme de terre de primeur. L'ennemi sur les grèves est le vent : aussi faut-il se défendre à l'aide de palissades de roseaux qui forment de petits carrés enveloppés de tous côtés par des abris et dans lesquels on plante en août et septembre, pour récolter en décembre et janvier ; on fume au fumier de ferme et on choisit comme variété la Quarantaine de la halle, la *Royal Kidney,* la Saucisse, dite aussi Merveille d'Algérie. Les maraîchers mahonnais, qui s'adonnent particulièrement (1) à cette culture, n'obtiennent que de médiocres rendements : quand ils récoltent trois fois la semence, ils s'estiment heureux. Le poids de tubercules exporté du port d'Alger, a dépassé 40,000 quintaux en 1891 et 1892 ; il est tombé à 18,000 en 1893, pour se relever à 25,000 en 1894.

Les prix de vente varient entre des limites étendues : les plus faibles sont de 20 à 25 francs, les plus élevés de 60 francs. En moyenne on peut estimer que le quintal se vend 40 francs ; c'est-à-dire que les pommes de terre de primeur attei-

(1) J'ai utilisé, pour écrire ce paragraphe, des renseignements que m'ont fournis : la Direction de l'agriculture, les Cies P.-L.-M. et de l'Ouest, M. Flamand, inspecteur général des ponts et chaussées en Algérie, mon confrère de la Société d'agriculture M. H. de Vilmorin, M. le Dr Trasbut, chef du service botanique au gouvernement de l'Algérie, MM. les professeurs départementaux d'agriculture Zacharewicz (Vaucluse), de Laroque (Bouches-du-Rhône) ; M. Le Loupp, professeur spécial à Morlaix ; M. Lépiney, professeur à l'école de Rouiba (Algérie) ; MM. Barbé, au Vivier-sur-Mer (Ille-et-Vilaine), Farnault, M. A. de Saint-Foix, planteur et distillateur à Harrach-Alger, M. le capitaine Baronnier, de Biskra, auxquels j'adresse mes sincères remerciements.

gnent un prix dix fois plus élevé que celui des tubercules de grande culture, la somme réalisée par la culture des environs d'Alger dépasse 1 million de francs.

En Provence, la culture est déjà plus chanceuse : les gelées du printemps, si elles ne détruisent pas les récoltes, retardent l'arrachage, ce qui cause un grave préjudice, car, ainsi qu'il a été dit, les prix de vente sont d'autant plus élevés que la saison est moins avancée. Il faut, surtout dans la vallée de la Durance, comme en Algérie, se garer des grands vents en entourant les champs de palissades construites avec les roseaux de Provence. On plante du 15 décembre au 15 février, dans une terre bien ameublie et fumée, les variétés Royale, Marjolaine et ronde, dite d'Orléans. Presque toujours les tubercules mis en terre sont déjà germés; les semenceaux sont disposés à l'avance dans des boîtes élevées sur quatre pieds, nommées clayettes : le fond des boîtes est formé de lattes fixées à quelque distance les unes des autres, de façon à permettre la libre circulation de l'air. Les clayettes sont placées dans des celliers, ou même des pièces susceptibles d'être chauffées pendant les grands froids ; on aère au contraire, toutes les fois que le temps est doux. Bientôt apparaissent à l'extrémité du tubercule, toujours placé debout, un bourgeon et quelques radicelles : quand le bourgeon est bien développé, le tubercule est bon pour la plantation, qui se fait

à la main, le bourgeon dressé. Grâce à cet artifice, le développement est plus rapide, la récolte avancée d'une quinzaine de jours.

On prodigue à cette culture les binages, les sarclages, pour que le sol soit bien ameubli et propre; on récolte plus ou moins tôt, suivant les besoins du marché, et presque toujours avant la maturité complète. Lorsque les gelées blanches ont sévi, et que les pommes de terre qui ont survécu sont rares, les prix atteignent, à la propriété, de 80 à 90 francs les 100 kilogrammes: naturellement on se hâte d'arracher pour profiter de cette aubaine, et rapidement les prix tombent à 20 ou 25 francs le quintal. A Barbentane, qui est un des centres importants de production, on estime que les dépenses à l'hectare sont de 1,500 à 1,600 francs, sur lesquelles le loyer du sol compte pour 100 et même 200 francs. On est satisfait quand l'hectare produit 7,000 kilogrammes: en les estimant en moyenne à 30 francs le quintal, ce serait un produit brut de 2,100 francs; mais c'est là, ainsi qu'il vient d'être dit, une moyenne formée de chiffres très éloignés les uns des autres: les planteurs des Bouches-du-Rhône rencontrent, en effet, sur le marché les produits algériens qui leur font une sérieuse concurrence, puisque déjà au mois de janvier 1895 on a vendu à Marseille des pommes de terre venant d'Afrique ; elles ont atteint le prix exceptionnel de 65 francs le quintal.

Il est bien à remarquer cependant que les pommes de terre de France sont plus délicates que celles d'Algérie et sont en général d'un prix plus élevé.

A mesure que la saison avance, à mesure aussi les expéditions se multiplient et les prix se régularisent. En mai et juin, il part chaque jour de Barbentane à destination de Paris 10 tonnes, de Toulon 20 tonnes, d'Hyères ou Solliès-Pont 25 tonnes. Les prix oscillent de 20 à 25 francs le quintal, soit 200 à 250 francs la tonne. On estime que la région qui concentre ses envois à Barbentane expédie pendant les mois de mai et de juin 4,500 tonnes environ, ce qui représente une somme de 900,000 francs.

Pendant la seconde saison, du 15 mai au 15 juillet, les expéditions pour Paris comprennent de 15 à 20 tonnes par jour; une bonne partie vient des Pyrénées-Orientales. Le prix n'est plus que de 12 à 15 francs au commencement de cette seconde période et de 8 à 12 à la fin.

Il semble que pour toute cette région la production de la pomme de terre de primeur représente une somme variant entre 2 et 3 millions de francs.

Ainsi que nous l'avons dit, Paris reçoit une certaine quantité de pommes de terre de primeur d'une tout autre région, de l'extrémité de la presqu'île du Cotentin, où la douceur de la température est telle, que les cultures hâtives réussissent comme dans le Midi: en 1894, il en est entré à Paris par cette voie 1,476 tonnes.

La variété la plus répandue à Roscoff, à Saint-Paul, dans le Finistère, est la Jaune de Hollande. On plante dans les endroits bien abrités, exposés au midi, dès le mois de décembre ; en février dans les terres moins favorisées. Les produits de la première plantation sont obtenus vers le 15 avril : on vend à cette époque de 70 à 80 francs les 100 kilogrammes ; mais ces cours élevés ne se maintiennent que pendant quatre ou cinq jours : vers le 20 avril, les pommes de terre deviennent plus abondantes et le quintal ne se vend plus guère que 60 francs ; il tombe ensuite à 40 ou 45 francs ; à partir du 15 mai et jusqu'en juin, où arrivent les tubercules plantés en février, le prix n'est plus alors que de 18 à 20 francs.

Cette culture se fait presque toujours à la bêche, plus rarement à la charrue ; on fume avec un mélange de fumier de ferme et de goémon. On estime que les dépenses s'élèvent par hectare à 500 ou 550 francs. Si on a récolté 20,000 kilogrammes à 20 francs les 100 kilogrammes, on aura un produit de 4,000 francs à l'hectare, dont il faudra défalquer les dépenses et le loyer de la terre.

Les pommes de terre de primeur sont aussi cultivées aux environs de Saint-Malo, sur 750 hectares environ ; on estime que la production totale est de 80,000 quintaux, qui ne représentent guère qu'une valeur de 1 million de francs. La plus grande partie de ces tubercules est expédiée en

Angleterre, Paris n'en reçoit qu'un dixième environ.

Les très habiles maraîchers des environs de Paris ne se désintéressent pas de la culture de la pomme de terre de primeur : sur les terres sablonneuses bien exposées au midi, on plante en pleine terre dès le mois de mars. Les risques sont grands : une gelée intempestive peut retarder ou détruire la récolte ; si elle est épargnée, on arrache en mai et on atteint quelquefois les hauts prix, qui s'élèvent jusqu'à 100 francs le quintal, quand la marchandise est rare.

En plantant plus tard, en avril, la variété Marjolin dite Feuille d'ortie, très précoce, on est moins exposé aux pertes, mais on ne récolte qu'en juin. Les prix sont au maximum de 50 francs le quintal ; dans les années d'abondance ils tombent à 25 francs.

Autrefois, avant que l'Algérie et le Midi n'envoyassent des pommes de terre sur les marchés de Paris dès le premier printemps, les maraîchers pratiquaient la culture sur *couches*. Pour obtenir artificiellement la température nécessaire à la croissance des plantes hors saison, on met à profit la chaleur dégagée par la fermentation du fumier de cheval, et c'est à cause de la facilité que leur offre la grande ville de se procurer ce fumier, que les maraîchers consentent à payer très cher la location de leurs jardins. Quand le fumier est

aéré, les fermentations y acquièrent pendant quelques jours une extrême énergie, et la température s'élève jusqu'à 75 degrés; puis elle redescend à 25 ou 30 degrés et ne s'abaisse plus ensuite que très lentement. On confectionne les couches avec un mélange de fumier frais et de fumier consommé passé à l'état de terreau; on recouvre avec des châssis, et on *force* ainsi le développement des pommes de terre, qui donnent leur produit dès les premiers jours du printemps.

Il n'est aucun endroit du globe où la culture de la pomme de terre de primeur ait plus d'importance qu'à Jersey. « Chaque année, du 1er mai au 15 août, il se fait un trafic considérable d'exportation des tubercules, qui s'élève en chiffres ronds à la somme de 8 millions de francs (1). A ce chiffre il faut ajouter celui de 1 million représentant la valeur des produits qui restent dans l'île, pour servir soit à la consommation, soit à la plantation des champs pour la récolte de l'année suivante; de sorte que le produit en argent s'élève à 9 millions de francs et quelquefois davantage. C'est une véritable fortune pour les habitants du pays, indigènes ou étrangers, qui comportent ensemble une population de 60,000 personnes, parmi lesquelles on compte 2,703 cultivateurs. »

(1) Rapport adressé à M. le ministre de l'agriculture par M. Féret, vice-consul de France à Jersey. (*Bulletin du ministère de l'Agriculture*, 1885 et années suivantes.)

De 1878 à 1884, la superficie cultivée s'est étendue de 1,746 hectares à 2,350; les prix de vente ont été très variables : ils ont passé de 13 fr. 90 les 100 kilogrammes en 1883, à 19 fr. 20 en 1892. Ces prix ne sont pas réglés seulement par l'abondance de la production à Jersey, mais aussi par les arrivages de divers autres pays sur le marché de Londres. Les frais de culture sont très élevés ; ils montent au chiffre tout à fait exagéré de 3,000 francs par hectare : aussi n'y a-t-il de bénéfices sérieux qu'à deux conditions : quand la récolte est bonne et que les prix de vente restent élevés. Tandis qu'en 1883 le rendement moyen de l'hectare avait été de 4,343 francs, il est tombé à 3,420 en 1884 : pendant la première de ces deux années, on avait récolté 234 quintaux à l'hectare, et pendant la seconde 195 seulement. En 1886, la récolte a été très forte, mais tardive, et par suite peu rémunératrice ; en 1887 elle a été excellente, et le produit total a dépassé le chiffre exceptionnel de 10 millions de francs.

La production de la pomme de terre de primeur appartient essentiellement à la petite culture, au jardinage ; elle est vraisemblablement destinée à s'étendre beaucoup, particulièrement en Algérie, où sont à l'œuvre les robustes et habiles travailleurs qui arrivent aussi bien de France que d'Espagne, de Malte ou de Sicile et des Calabres. Jusqu'à présent ils n'ont guère mis en valeur que

le littoral ; mais si, franchissant les hauts plateaux, ils descendent vers le Sahara, ils trouveront au pied des montagnes un climat d'une extrême douceur, des eaux abondantes, et pourront aisément y produire des primeurs. La pomme de terre hâtive commence à prospérer dans les jardins de Biskra ; les expéditions sont faciles, car déjà depuis plusieurs années le chemin de fer atteint l'oasis.

VI. — LA MALADIE DE LA POMME DE TERRE.

Il y a cinquante-deux ans, en 1845, la culture de la pomme de terre s'étendait sur de vastes surfaces dans toute l'Europe ; elle entrait pour une part importante dans l'alimentation des populations de l'Allemagne, de la Belgique, de la Hollande, de la Grande-Bretagne, et particulièrement de l'Irlande, quand, vers le mois d'août, la nouvelle se répandit qu'une maladie grave attaquait les plantations ; des taches brunes apparaissaient sur les feuilles, sur les tiges, qui ne tardaient pas à dépérir. Les tubercules déjà formés étaient également atteints ; la maladie apparut d'abord dans les provinces rhénanes, en Belgique, en Hollande, dans le nord de la France, aux environs de Paris, prenant rapidement les proportions d'un désastre.

Les pouvoirs publics s'émurent. Le ministre

de l'agriculture, M. Cunin-Gridaine, convoque d'urgence la Société nationale, et lui demande son avis; on rédige une instruction pour indiquer comment on peut conserver ce qui reste indemne de la récolte, c'est-à-dire les trois quarts dans certains points privilégiés, la moitié, le tiers seulement dans d'autres.

On montrait, dans cette instruction, qu'il ne fallait pas s'abandonner; que les pommes de terre médiocrement atteintes pouvaient encore fournir un aliment quand on prenait soin de séparer les parties décomposées; qu'en outre, la fécule ne disparaissait qu'assez lentement et que le traitement des tubercules dans les féculeries restait possible.

Les pertes furent cependant considérables, les souffrances aiguës, car à cette époque notre réseau de chemins de fer n'était pas terminé, et dès lors il devenait difficile, parfois impossible, de faire arriver les aliments à des prix abordables, et dans les localités où la pomme de terre formait un appoint considérable au froment, la perte de la récolte réduisit considérablement l'approvisionnement d'hiver.

Si vives qu'aient été les souffrances sur le continent, elles n'approchèrent pas de la misère qui fondit sur l'Irlande.

La population y était à cette époque d'une densité extrême, et pour se nourrir avait eu recours

à la plante qui fournit à l'hectare la plus grande somme de matières alimentaires, à la pomme de terre : or la maladie qui déjà en 1845 avait sévi dans l'île, s'y développa avec une terrible intensité en 1846, et emporta les trois quarts de la récolte. « La seconde ressource alimentaire des pauvres cultivateurs, l'avoine, manqua également (1). A cette terrible nouvelle tout le monde prévit ce qui allait arriver. Le gouvernement anglais, épouvanté, prit les mesures les plus actives pour faire venir des vivres de tous côtés. Bien qu'il dût se préoccuper en même temps de l'Angleterre, où la disette s'annonçait aussi, mais dans de moindres proportions, il fit des efforts inouïs pour donner un supplément extraordinaire de travail au peuple irlandais ; il prit à sa solde 500,000 ouvriers, organisa pour les occuper des ateliers nationaux, et dépensa en secours de tout genre 10 millions sterling ou 250 millions de francs.

« Bien différents de leurs pères, qui auraient vu d'un œil sec ces souffrances, les propriétaires firent à leur tour, pour venir au secours de leurs tenanciers, tous les sacrifices possibles ; au besoin la loi les y forçait : la taxe des pauvres monta dans une proportion énorme.

« Rien ne fut payé en 1847, ni la rente, ni l'impôt, ni l'intérêt de la dette hypothécaire.

(1) Nous citons textuellement la belle page que Léonce de Lavergne a écrite dans son ouvrage l'*Économie rurale de l'Angleterre*. Paris Guillaumin, 1854.

« Ces générosités tardives ne suffirent pas pour arrêter le fléau : la famine fut universelle et dura plusieurs années. Quand le dénombrement décennal de la population fut fait en 1851, au lieu de donner comme toujours un excédent notable, il révéla un déficit effrayant : un million d'habitants sur huit ! Le huitième de la population était mort de misère et de faim.

« Cette épouvantable calamité a fait ce que n'avaient pu faire des siècles de misère et d'oppression : elle a vaincu l'Irlande. Le peuple irlandais, en voyant son principal aliment lui échapper, a commencé à comprendre qu'il n'y avait plus assez de place pour lui sur le sol de la patrie. Lui, qui avait jusqu'alors obstinément résisté à toute pensée d'émigration comme à une désertion devant l'ennemi, s'est pris tout à coup de la passion opposée : un courant ou, pour mieux dire, un torrent d'émigration s'est déclaré... Il a fallu remonter jusqu'aux traditions bibliques pour trouver un nom à donner à cette fuite populaire, qui n'a d'analogie que dans la grande migration des Israélites. On l'appelle l'*exode,* comme au temps de Moïse. » L'Irlande n'a plus aujourd'hui que 4,700,000 habitants.

La maladie de la pomme de terre sévit encore partout chaque année, mais avec des intensités variables ; les pertes, considérables dans les années humides, sont moindres ou nulles dans les

années sèches ; elles disparaîtront, car aujourd'hui nous connaissons la nature du mal, et nous savons le combattre victorieusement.

Dès le début de la maladie, on chercha à quelles causes il fallait l'attribuer. Au milieu du fatras, des billevesées, des folies (1) qui surgirent dans les cerveaux échauffés par les dangers que courait l'alimentation publique, plusieurs travaux dénotent une rare sagacité. En France, Payen, de l'Académie des sciences, secrétaire perpétuel de la Société nationale d'agriculture, reconnaît tout d'abord qu'« une végétation cryptogamique toute spéciale, se propageant des tiges aériennes aux tubercules, est l'origine de la maladie. » Payen étudie les plantes attaquées ; il suit sur les coupes qu'il pratique dans les organes malades les filaments du parasite et n'hésite pas à affirmer que les spores du champignon, transmises par l'air, sont la cause de l'envahissement progressif des cultures.

En même temps Morren, professeur à l'Université de Liège, arrive aux mêmes conclusions : pour lui comme pour Payen, le développement d'un champignon, favorisé par les conditions atmosphériques de 1845, est la cause de la maladie.

---

(1) J'ai sous les yeux une brochure appartenant à la bibliothèque du Muséum d'histoire naturelle intitulée : *Découverte de la véritable cause de la maladie des pommes de terre*, etc., par F. Zafpinger, traduite de l'allemand ; Lausanne, 1847, on y lit, page 4 : « Les gaz provenant de l'usage des allumettes phosphoriques qui souillent l'atmosphère, sont la véritable cause de la maladie des pommes de terre ! »

Morren propose même, pour en éviter le retour, de saupoudrer les terres infectées d'un mélange de chaux, de sel marin et de sulfate de cuivre, remède qui, nous le savons aujourd'hui, appliqué avec suite, aurait exercé l'influence la plus heureuse.

L'opinion des savants resta indécise. Tandis que Payen et Morren attribuaient au cryptogame, dont personne ne niait l'existence, l'origine de la maladie, les autres pensaient que le champignon n'apparaissait que sur les organes déjà malades : sa présence n'était pas la cause, mais l'effet de la maladie ; et la question ne fut résolue qu'au moment où parurent les mémoires de Sperchneider et de Bary, qui démontrèrent victorieusement que la maladie est due à l'invasion des tiges ou des tubercules par une variété de Peronospora, le *Phytophtora infestans*. Ce champignon parasite émet à certaines époques des spores infiniment petites qui flottent dans l'air et sont entraînées par le vent, si elles tombent sur un milieu suffisamment humide, elles y vivent, et pendant une courte partie de leur existence sont mobiles. Elles portent des cils vibratiles qui leur permettent de se transporter dans un liquide d'un point à l'autre. Bientôt le zoospore se fixe, perd ses cils et commence à émettre un filament germinatif qui se développe et forme une plante complète. Le mycelium se propage entre les cellules du vé-

gétal envahi, les sépare, les dissout; ses ramifications se propagent de toutes parts, aussi bien dans la tige que dans le tubercule; quelques rameaux de ce mycelium des feuilles s'échappent au travers des stomates, fructifient et émettent des spores qui vont au loin propager la maladie.

De longues années se sont écoulées entre la découverte du *Phytophtora infestans* et celle du mode de traitement qu'il convient d'appliquer pour se mettre à l'abri de ses ravages, et, chose singulière, ce sont des études sur la vigne qui ont conduit à découvrir le remède à appliquer aux pommes de terre.

Vers 1881, nos vignobles commencèrent à être atteints par une maladie cryptogamique qui nous est arrivée d'Amérique, comme le phylloxera. Cette année-là, ce fut surtout l'Algérie qui fut atteinte. En 1882, la maladie se déclara en France dès le commencement de mai; les feuilles étaient tout d'abord couvertes d'un duvet blanc, que M. le sénateur Prillieux, professeur à l'Institut agronomique, reconnut appartenir au *Peronospora-viticola* qu'on désigne souvent sous le nom de *mildew* ou, à la française, de *mildiou*. Ses ravages ont été terribles. Je me rappelle qu'allant, en 1885, de Vicence à Venise, je parcourais un pays où les pampres de la vigne courent en festons d'un arbre à un autre: les rameaux étaient absolument dépouillés de feuilles; on voyait seulement, suspen-

dues aux branches, des grappes verdâtres qui ne devaient pas mûrir. Dans toute l'Europe occidentale, les pertes pendant plusieurs années furent considérables. Une circonstance heureuse mit sur la voie où l'on rencontra une méthode de traitement efficace.

Il est d'usage depuis longtemps, dans certaines parties du Médoc, d'asperger les vignes qui bordent les chemins avec du lait de chaux auquel on ajoute un sel de cuivre. Cette opération a pour but d'empêcher les enfants et les maraudeurs de cueillir les raisins mûrs qui sont le plus à leur portée ; ils craignent de manger des grappes qui ont été éclaboussées par la mixture cuivrique.

Quand le mildew se développa dans le Médoc, on remarqua, non sans étonnement, que les bordures des pièces couvertes des taches de chaux et d'oxyde de cuivre étaient moins fortement atteintes par la maladie que le milieu qui n'avait pas subi le même traitement. Ces observations, dues à M. Jouet, ancien élève de Grignon et de l'Institut agronomique, conduisirent M. Millardet, professeur à la Faculté de Bordeaux, à la préparation du mélange de chaux et de sulfate de cuivre, connu sous le nom de bouillie bordelaise.

L'action des sels de cuivre sur les champignons avait été observée à diverses reprises : Benedict Prevost, au commencement du siècle, avait préconisé l'emploi du sulfate de cuivre contre la carie

du blé, et dans son mémorable mémoire sur l'*Aspergillus niger* M. Raulin avait également reconnu que, si cette petite plante ne fournit ses récoltes maxima que dans des liquides renfermant, outre les matières nutritives habituelles, de très faibles quantités de sels de zinc et de fer, il suffit d'une trace d'un sel de cuivre pour amener sa mort.

M. Millardet fit une étude détaillée du traitement, insista particulièrement sur son efficacité quand il est préventif, quand il est appliqué avant toute apparition de la maladie... tous les vignerons soigneux utilisent aujourd'hui les bouillies cuivriques. Or, le mildew (*peronospora viticola*) appartient à la même famille que le *phytophtora infestans* de la pomme de terre, et, dès 1885, M. Prillieux prévit que le mode de traitement, efficace contre un de ces champignons, devait l'être sur l'autre ; les essais furent tentés à Joinville-le-Pont, au champ d'expériences de l'Institut agronomique, en 1888, et les résultats furent décisifs. Tandis que les sujets traités par la bouillie cuivrique ne portèrent que des tubercules sains, on trouva des tubercules atteints au pied des sujets non traités.

M. Aimé Girard continua cette étude et reconnut que si le traitement trop retardé porte sur des cultures déjà atteintes, il ne les préserve pas absolument, mais restreint dans une large mesure les ravages de la maladie ; ainsi, en 1888, les tu-

bercules attaqués furent, en général, de 3 à 4 pour 100 sur les parties traitées, au maximum de 7 pour 100, tandis que des cultures des mêmes espèces non traitées subirent des pertes beaucoup plus considérables, s'élevant jusqu'à 20 ou 22 pour 100 de la récolte.

En appliquant à la pomme de terre le traitement préventif, également recommandé pour les vignobles, on réussit en 1889 à préserver complètement les cultures ; la dépense s'éleva à 35 ou 40 francs par hectare, mais, pendant cette année-là, les cultures de Richter's Imperator traitées laissèrent un bénéfice variant de 113 à 253 francs par hectare, qui aurait disparu si on ne s'était pas préservé de la maladie.

L'emploi des bouillies cuivriques, c'est-à-dire des mélanges de sulfate de cuivre à de la chaux ou du carbonate de soude, se répandit, mais bientôt, cependant, on reconnut que l'adhérence de ces composés aux feuilles n'est que médiocre, et que lorsque après l'épandage à l'aide des pulvérisateurs, survient une pluie un peu vive, les feuilles sont lavées, les sels de cuivre entraînés et le *phytophtora* recommence ses ravages. C'est pour éviter ces inconvénients graves que M. Michel Perret, à qui la fabrication de l'acide sulfurique doit d'importants progrès, et qui s'intéresse à toutes les questions agricoles, imagina de mélanger à la chaux et au sulfate de cuivre une cer-

taine quantité de mélasse poisseuse pour augmenter l'adhérence aux feuilles, des sels de cuivre. M. Aimé Girard soumit ces diverses préparations à des pluies artificielles: violentes et courtes comme une pluie d'orage, fortes encore, mais plus prolongées, et enfin à une pluie douce mais d'une longue durée ; il chercha ensuite ce qui restait de cuivre sur les feuilles ainsi traitées et reconnut que, si la bouillie cuprocalcaire, dite bouillie bordelaise, est partiellement entraînée mécaniquement, surtout par les pluies d'orage, le mélange dans lequel entre la mélasse résiste absolument aux pluies ordinaires et n'est que faiblement entraîné par les précipitations violentes qui accompagnent les orages. Cette préparation met décidément la pomme de terre à l'abri des ravages de la maladie. Nous croyons savoir que M. Michel Perret a récemment préparé régulièrement le mélange à la mélasse de façon à épargner aux viticulteurs et aux planteurs de pommes de terre les très graves inconvénients qu'entraîne l'emploi des mélanges mal dosés.

On peut se demander si les composés cuivriques mélangés de chaux n'exercent pas une action fâcheuse sur les feuilles des pommes de terre saines, et si, par suite, l'inconvénient qui résulte de leur emploi dans les années où la maladie ne sévit pas n'est pas de nature à restreindre les avantages des traitements préventifs. Les opinions

sur ce sujet sont divergentes ; tandis que plusieurs auteurs ont trouvé que le traitement appliqué à des sujets sains, respectés par la maladie, les affaiblissait, tellement que leur récolte était un peu moins abondante que celle de sujets non traités et non atteints, d'autres observateurs ont obtenu un résultat précisément inverse, et ces divergences démontrent : que les avantages ou les inconvénients des traitements préventifs sont minimes s'il n'y a pas invasion de la maladie, tandis que les avantages sont énormes si la saison favorise le développement du champignon parasite.

VII. — LENTEUR DES PROGRÈS AGRICOLES. — LES PROFESSEURS DÉPARTEMENTAUX D'AGRICULTURE. — EMPLOI DE LA POMME DE TERRE A L'ALIMENTATION DU BÉTAIL.

L'agriculture transforme à l'aide des végétaux les matières minérales en matières organiques alimentaires ou industrielles. Quand elle utilise une plante nouvelle, elle augmente ses moyens de transformation, elle perfectionne son outillage ; c'est là ce qui a été réalisé au siècle dernier par l'extension donnée à la culture de la pomme de terre, si longtemps dédaignée, et Parmentier a rendu un service signalé quand, à force de persévérance, il a triomphé des préjugés tenaces qui

s'opposaient à la consommation usuelle de cette plante précieuse.

Depuis cette époque les agronomes ne sont pas restés inactifs: ils ont découvert un traitement efficace pour combattre la maladie qui, naguère encore, ravageait les cultures; ils ont montré, en outre, qu'en choisissant des variétés prolifiques, on pouvait augmenter les rendements dans une proportion inespérée.

L'agronome ne doit pas être seulement un chercheur avisé, il faut encore qu'il soit un conseiller écouté ; ses découvertes les plus brillantes ne seront d'aucun profit s'il ne décide pas les cultivateurs à les appliquer. Or, ce n'est malheureusement qu'avec lenteur que la grande armée agricole se met en mouvement, elle ignore les marches rapides : nous savons aujourd'hui, c'est M. Aimé Girard qui nous l'apprend, qu'un hectare de pommes de terre peut fournir de 300 à 400 quintaux de tubercules; ouvrons encore une fois les statistiques : le rendement moyen en France, en 1893, a été de 77 quintaux métriques 63 et de 83 quintaux 22, en 1894. L'écart est énorme!

Pour réussir à le combler, il faut agir sur les praticiens, leur nommer les variétés prolifiques à planter, leur indiquer les engrais appropriés à la nature de leur sol, leur faire voir les avantages des traitements préventifs qui mettent leurs tubercules à l'abri de la maladie, leur enseigner, en un

mot, à mieux cultiver que par le passé. C'est là une tâche pénible, qu'on n'accomplira qu'à force de temps et de persévérance, en y revenant sans cesse, sans se laisser rebuter par les sourires railleurs ou les regards effarés, par l'inattention ou l'indifférence.

A son grand honneur, le gouvernement de la République s'est employé avec ardeur à cette rude besogne. L'administration de l'agriculture a très bien vu qu'entre le laboratoire où se font les découvertes et le champ qui doit en profiter, un intermédiaire était nécessaire, et elle a décidé que dans chaque département résiderait un professeur d'agriculture. L'avantage de cette création est devenu bientôt si manifeste, qu'à côté des professeurs départementaux, on a nommé, dans un certain nombre d'arrondissements, des professeurs spéciaux. Leur instruction est étendue, ils n'obtiennent leurs emplois qu'après un concours sévère; outre l'enseignement régulier dont ils sont chargés dans les écoles normales d'instituteurs, ils parcourent le département, et professent le dimanche tantôt dans un village, tantôt dans un autre. Constamment en contact avec les cultivateurs, ils causent avec eux de leurs affaires, les conseillent, les guident et s'instruisent eux-mêmes des pratiques en usage dans le pays; une sorte d'enseignement mutuel s'établit dans ces fréquentes rencontres, la science y perd ce qu'elle a

de trop absolu, la pratique de trop étroit et, lentement sans doute, mais sûrement les saines méthodes se propagent.

Elles ne peuvent conduire qu'à un seul résultat: produire davantage, en d'autres termes, produire à meilleur compte, ou enfin abaisser le prix de revient.

On sait qu'on désigne sous ce nom le rapport des dépenses effectuées aux produits obtenus. Pour planter un hectare de pommes de terre, le fumer, le sarcler, récolter les tubercules, payer le propriétaire et le fisc, j'ai dépensé 500 francs; j'ai planté la pomme de terre Chardon et j'ai obtenu 77 quintaux. Le prix de revient s'obtient en divisant 500 par 77 : on trouve 6 fr. 50 environ, mon prix de revient est supérieur au prix de vente : mon opération est ruineuse. Mais au lieu de Chardon, j'ai planté la Richter, et j'ai récolté 400 quintaux ; le numérateur de ma fraction reste 500 francs, mais le dénominateur s'est accru, le rapport devient très faible, il n'est plus que de 1 fr. 25, j'ai donc diminué mon prix de revient et il semble que je doive me réjouir. — Insistons cependant. J'ai suivi les conseils qu'on m'a donnés, j'ai obtenu une récolte double ou triple de celle que j'avais naguère ; en suis-je plus avancé ? Mes voisins ont fait comme moi, nos récoltes se sont accrues toutes ensemble ; le marché va être encombré, les prix dérisoires, et nous ne trouvons aucun

avantage à augmenter nos rendements, puisque du même coup nous diminuons le prix de vente.

Il est incontestable que la baisse survient quand, à l'abondance des marchandises, ne correspond pas l'ouverture de nouveaux débouchés. Remarquons toutefois, que les produits agricoles, les pommes de terre notamment, sont à la fois marchandises de vente et matières premières à transformer, que le bas prix ruineux dans un cas est avantageux dans l'autre. Or, nous l'avons dit, la pomme de terre fait la base de la nourriture des porcs. A un surcroît de production de tubercules, correspondra une augmentation des animaux élevés, entretenus, sacrifiés, et la prodigieuse fortune de Chicago montre quels avantages on peut tirer de cet élevage.

Nous savons, en outre, et les expériences de M. Aimé Girard nous l'ont montré clairement, que la pomme de terre convient à l'engraissement des bêtes à cornes, et ici le marché est largement ouvert. Si la nourriture végétale ne fait pas défaut dans notre pays, il n'en va pas ainsi pour la consommation de la viande de boucherie ; nous sommes même encore loin de la poule au pot d'Henri IV. Nos animaux se maintiennent à un prix si élevé, que les Américains trouvent profit à nous en envoyer; visiblement, si nous produisons sur une surface donnée une plus grande masse d'aliments propres au bétail, nous pourrons vendre ce bétail

et encore avec bénéfice, à un prix plus bas que par le passé : la viande deviendra accessible à ceux qui jusqu'à présent en ont été privés.

Sans doute, on ne peut pas espérer que toujours la production et la consommation, l'offre et la demande marcheront d'un pas égal. Si en cultivant mieux nous augmentons nos rendements, et que nous nous obstinions à considérer exclusivement la matière produite comme marchandise de vente, la baisse des prix est fatale ; c'est ce qui est arrivé en 1894, après l'admirable récolte de blé que nous avons obtenue. Il faut s'ingénier pour trouver, à cette marchandise produite avec abondance, de nouveaux débouchés ; il faut la transformer et la présenter sur le marché à un état tel que le prix en soit assez élevé pour nous laisser des bénéfices. Si, au lieu d'être vendeurs de pommes de terre, nous sommes marchands de bétail, le bas prix de la pomme de terre, ruineux tout à l'heure, est maintenant avantageux, et d'autant plus que son prix de revient sera plus bas.

Un cultivateur habile ne doit pas s'obstiner à porter au marché une marchandise que son abondance déprécie, mais profiter de cette abondance même pour obtenir, à l'aide de cette marchandise, des produits d'un prix plus élevé ; à l'heure actuelle c'est sur l'élevage et l'engraissement du bétail, devenu rare depuis la grande sécheresse de 1893, que doit se porter son activité.

BETTERAVES FOURRAGÈRES

ET

BETTERAVES DE DISTILLERIE

Tandis que la culture du blé remonte en France à la plus haute antiquité, celle de la betterave était encore au XVIIIe siècle confinée dans les jardins, et n'a commencé à se répandre que depuis quatre-vingts ans. Mais, si elle ne couvre aujourd'hui que 700,000 hectares, c'est-à-dire dix fois moins que le blé, elle rachète sa faible extension par de tels avantages, qu'on peut comparer le progrès agricole qu'entraîne son introduction régulière dans les assolements, à celui qu'a marqué, au siècle dernier, la propagation de la culture du trèfle et de la luzerne.

La betterave à sucre n'occupe guère plus d'espace aujourd'hui qu'il y a quinze ans ; au moment de la dernière enquête agricole, elle couvrait 240,000 hectares ; elle est restée en 1894 à 268,000. Il n'en est pas de même des betteraves fourragères

directement consommées par le bétail; elles sont passées de 296,000 hectares en 1882 à 413,000 en 1894; tous nos départements, sauf le Gers, la Lozère et la Corse, sèment des betteraves fourragères. C'est donc surtout comme plante alimentaire pour le bétail que la betterave est cultivée, et en effet, même quand elle est conduite aux sucreries ou aux distilleries, elle laisse des résidus, des pulpes, encore consommés par les animaux domestiques, dont le nombre est habituellement limité par les difficultés que présente l'alimentation d'hiver: les betteraves entières ou les pulpes l'assurent; elles arrivent au moment où toutes les autres nourritures fraîches ont disparu; partout où la betterave est cultivée, le bétail augmente, et avec lui la masse de fumier produite.

A cet avantage s'en joint un autre: de toutes les plantes de grande culture, c'est la betterave qui profite le mieux des fumures qu'elle reçoit, son rendement à l'hectare croît avec la quantité d'engrais distribués; les cultivateurs disent: la betterave paie bien son engrais; ils sont tellement persuadés que leurs avances seront largement remboursées, que non contents de prodiguer le fumier de ferme, ils n'hésitent pas à acquérir des engrais commerciaux, qu'ils n'oseraient pas employer aussi copieusement sur du blé, par crainte de la verse, ou sur des pommes de terre qui ne

profiteraient que médiocrement de ces abondantes fumures. Les cultivateurs de betteraves sont de gros acheteurs de superphosphates, de tourteaux, de nitrate de soude ; et ces fortes fumures souvent répétées amènent leurs terres à un haut degré de fertilité.

Ce serait un tort, en effet, que de considérer la betterave comme une plante épuisante : elle exige de fortes avances, il est vrai ; mais elle restitue au sol la plus grande partie des principes alimentaires qu'elle lui a empruntés. Quand elle est consommée dans la ferme, la plus grosse part des matières minérales retourne au fumier ; quand elle est conduite aux usines, elle revient encore, partiellement au moins, aux étables sous forme de pulpes.

La betterave est bisannuelle ; au moment de l'arrachage, elle est encore en pleine végétation : ses feuilles, bien vivantes, sont riches en matières azotées, en nitrates même : or, on ne conduit aux sucreries ou on ne conserve dans les silos que les racines ; on coupe la partie supérieure de cette racine, à laquelle adhèrent les feuilles, et les *collets* feuillus restant sur le sol lui restituent, au moment où ils sont enfouis, une partie des matières fertilisantes que la plante s'était assimilées pendant sa croissance. En outre, la betterave semée tardivement n'est arrachée qu'en octobre, elle est encore sur pied au moment des grandes pluies

d'automne, ses feuilles rejettent dans l'atmosphère, par leur transpiration, la plus grande partie de l'eau tombée, les drains qui assainissent les pièces de betteraves ne coulent que tardivement pendant l'hiver, tandis que ceux qui reçoivent les eaux des terres qui ont porté du blé débitent, pendant les années humides, de grandes quantités de liquide. De mars 1893 à mars 1894, les eaux de drainage, écoulées des cases de végétation du champ d'expériences de Grignon, ont entraîné trois fois plus de nitrates quand elles provenaient des chaumes de blé que lorsqu'elles coulaient au-dessous des cultures de betteraves. Pendant l'automne très pluvieux de 1896, les eaux de drainage ont été abondantes. Celles qui provenaient des terres en jachère, ont donné pendant l'année, mars 1896-mars 1897, plus de 200 kilogrammes d'azote nitrique par hectare. On en a recueilli encore 33 kilogrammes au-dessous des cases en blé quand on n'a pas pris la précaution de semer, après la moisson, une culture dérobée de vesces. Il en a été tout autrement dans les cases qui, après avoir porté des betteraves, ont été ensemencées en blé; les betteraves d'une part, le jeune blé de l'autre, ont tellement bien retenu les nitrates, que les pertes ont été insignifiantes (1).

Les terres préparées pour les betteraves reçoi-

(1) *Ann. Agr.*, tome XXIII, page 241.

vent non seulement de copieuses fumures, d'abondants résidus provenant des plantes elles-mêmes, mais, en outre, elles ne s'appauvrissent pas par entraînement des nitrates dans les eaux de drainage ; elles s'enrichissent donc et les départements qui cultivent la betterave sont aussi ceux qui obtiennent les plus belles récoltes de blé.

Les denrées agricoles sont tombées aujourd'hui à des prix tellement bas, que la production n'amène de bénéfice, qu'autant qu'elle est conduite avec la plus stricte économie ; à ce titre encore la betterave est précieuse, car elle permet de substituer aux chevaux, pour tous les travaux de la ferme, les bœufs, grands consommateurs de betteraves, dont la vente, après quelques années de service, compense le prix d'achat.

C'est enfin de la betterave qu'on extrait le sucre, et après fermentation l'alcool ; or, dans toute l'Europe ces deux produits, largement imposés, fournissent à tous les États de gros revenus ; aussi la culture de la betterave est-elle partout soutenue, encouragée par les pouvoirs publics. Ces encouragements sont-ils toujours sagement distribués ? la culture elle-même est-elle partout conduite de façon qu'on en tire le maximum de profit ? Ce sont là des questions importantes auxquelles je vais essayer de répondre.

I. — EXIGENCES DE LA BETTERAVE. — ENGRAIS EMPLOYÉS.

La betterave est une plante exigeante qui ne réussit que sur les terres fertiles, enrichies par de fortes fumures. J'ai pu montrer en 1896 aux visiteurs du champ d'expériences de Grignon combien elle est plus sensible à la richesse du sol que les autres plantes de grande culture.

Depuis la création du champ d'expériences en 1875, quelques parcelles ont été ensemencées tous les ans, mais n'ont reçu aucun engrais; elles sont placées à côté les unes des autres, perpendiculairement à la direction des sentiers qui séparent les diverses cultures. Dans chacune des longues rangées portant la même plante, les terres sans engrais sont précédées et suivies d'autres parcelles, régulièrement fumées. Or, tandis qu'on pouvait parcourir la bande consacrée aux pommes de terre, sans être frappé des différences que présentaient les parcelles fumées et celles qui étaient restées sans engrais depuis vingt ans; que l'avoine était à peu près de même taille, qu'elle eût poussé sur la terre appauvrie, ou en bon état de fumure; on apercevait déjà les différences pour le blé; il était plus court, plus jaune sur la parcelle épuisée que sur les autres; à la moisson, on ne

recueillit que 16 quintaux métriques de grains, tandis que les deux parcelles voisines fournirent, en calculant encore par hectare, 31 quintaux métriques et 27 quintaux métriques 5. Après vingt ans de culture sans engrais, le blé donne donc encore une récolte passable; il n'en est plus de même de la betterave: les graines semées ont levé, puis, peu à peu, les petites plantes, ne trouvant pas les aliments nécessaires, ont péri; quelques pieds ont seuls survécu, et végété misérablement au milieu de grands espaces vides. Sur cette terre appauvrie, la culture de la betterave est devenue impossible.

Il faudrait distribuer pendant plusieurs années, à ces parcelles, de fortes fumures pour les remettre en état de porter de bonnes récoltes de betteraves. Nous avons pendant plusieurs saisons, feu M. Porion et moi, dirigé la culture d'un domaine du département du Nord, qu'un fermier avait laissé en mauvais état; très vite on réussit à y obtenir de magnifiques récoltes de blé, mais au moment où les expériences prirent fin, on n'osait pas encore introduire la betterave, par crainte de n'en tirer que de médiocres rendements.

Quand on prépare une terre pour betteraves, il est avantageux d'y incorporer dès l'automne de 40 à 60 tonnes de fumier de ferme. Il arrive malheureusement qu'on ne dispose pas toujours avant l'hiver d'une masse suffisante pour que chacune

des pièces ait la dose utile : on remédie à ce défaut de la fumure d'automne soit par l'acquisition de tourteaux, soit en pratiquant les cultures dérobées destinées à servir d'engrais.

L'habitude d'employer les engrais verts est générale dans la Limagne d'Auvergne, où les grandes usines à sucre de Bourdon ont propagé la culture de la betterave. Elle alterne indéfiniment avec celle du blé ; cette succession ne s'interrompt que tous les quinze ans, pour introduire une luzerne. Aussitôt après la moisson, la terre, débarrassée de sa récolte, reçoit un léger labour de déchaumage ; on y emploie des instruments variés; les cultivateurs pauvres font encore usage de leur vieil araire, mais d'autres mettent en travail une *déchaumeuse* encore peu répandue, dont les fers horizontaux coupent le sol à 2 ou 3 centimètres de la surface, renversent et enterrent les chaumes, et permettent le semis de la vesce, qui, de toutes les légumineuses que j'ai essayées, est celle que j'ai vue réussir le plus habituellement. Le semis est terminé dès la première semaine d'août, et s'il survient quelques pluies, la terre est rapidement couverte ; en septembre, la place des chaumes est occupée par une prairie verdoyante, et à la fin d'octobre, on obtient 8, 10, et jusqu'à 15 tonnes de fourrage vert à l'hectare, présentant une teneur en azote analogue à celle du fumier de ferme.

Cet azote a une double origine, il provient pour une part des nitrates qui se forment dans les sols fertiles pendant les chaleurs de l'été. Perdus, entraînés par les eaux d'infiltration quand les terres restent nues en automne, ces nitrates sont au contraire assimilés par la vesce semée après la moisson ; à cet azote fourni par le sol vient s'ajouter celui que la plante prélève sur l'atmosphère. On sait, en effet, que les plantes de la famille des légumineuses, à laquelle appartient la vesce, portent sur leurs racines des nodosités peuplées de bactéries fixatrices d'azote (1).

Il serait bien à désirer que cette pratique des cultures dérobées d'automne se généralisât ; elle donnerait rapidement à notre pays un remarquable accroissement de fertilité. Nous cultivons le blé sur 7 millions d'hectares : si chacun d'eux recevait après la moisson une culture dérobée de légumineuses, on aurait une moyenne de 10 tonnes d'engrais vert à enfouir; cette quantité atteindrait même 15 tonnes par hectare pendant les automnes chauds et pluvieux; elle représenterait donc de 70 à 105 millions de tonnes d'engrais valant son poids de fumier de ferme, et comme nous ne produisons guère chaque année que 100 millions de tonnes de fumier, nous réussirions à doubler la fumure distribuée.

(1) Voyez sur ce sujet le mémoire de MM. Hellriegel et Wilfarth, *Annales agronomipues*, tome XV, page V.

A la fin d'octobre, au commencement de novembre, on apporte sur les champs couverts de vesce le fumier, on l'étend, et on enfouit le tout ensemble. C'est également à cette époque qu'on répand sur les champs destinés à la betterave, les superphosphates quand les terres sont légèrement calcaires, les scories de déphosphoration sur celles qui ne le sont pas. La betterave est particulièrement sensible à l'action des engrais phosphatés ; et certaines terres, assez riches en acide phosphorique pour ne pas bénéficier de son apport quand elles sont cultivées en blé, donnent au contraire des récoltes de betteraves plus abondantes quand elles ont reçu des phosphates.

Le champ d'expériences de Grignon a fourni, l'an dernier, une démonstration très nette de ces différences ; sur la petite parcelle appauvrie par une longue suite de cultures sans engrais, les betteraves, en 1896, succédaient au blé. On avait répandu, un peu tardivement, en 1895, des superphosphates sur la moitié de la surface, et cette addition n'avait pas produit d'effet bien sensible ; il n'en a plus été de même pour les betteraves, l'engrais non employé par le blé avait persisté dans le sol, et cette demi-parcelle a porté une petite récolte de betteraves, le sol était couvert, tandis que sur l'autre moitié, ainsi qu'il a été dit, la terre restait presque nue.

Les engrais phosphatés sont aujourd'hui si

communs, à si bas prix, que tous les cultivateurs avisés ne manquent pas d'en répandre sur les champs destinés aux betteraves, et ne renoncent à leur emploi qu'autant que des essais multipliés ont montré qu'ils n'augmentaient pas les récoltes. On conçoit que les terres naturellement riches en acide phosphorique, recevant une fumure de 40 tonnes de fumier apportant 120 kilogrammes d'acide phosphorique, en contiennent une quantité suffisante pour alimenter les betteraves et le blé qui suit, et que l'acquisition des superphosphates devienne inutile. Ils n'exercent, en effet, aucune action sur les terres de Grignon, bien fumées, ni sur les sols noirs de la Limagne d'Auvergne.

L'accroissement de fertilité des sols qui portent souvent de la betterave n'est pas dû seulement à l'abondance des fumures, mais aussi à l'ameublissement des couches profondes, qui est la condition même de la réussite de cette culture. On emploie pour les labours d'automne de fortes charrues souvent désignées sous le nom de Brabant, qui remuent la terre jusqu'à 30 centimètres et même 40 quand on y attelle 3 paires de bœufs.

C'est dans l'exécution de ces travaux d'ameublissement que se montre l'habileté du cultivateur ; celui qui connaît bien sa terre sait le moment où il faut la *prendre;* l'expérience lui a enseigné qu'une terre argileuse, travaillée à contretemps, est gâtée quelquefois pour toute une saison ; on n'est

pas maître cependant de retarder les travaux, et il arrive qu'on soit contraint de donner les labours d'automne à des terres humides, et que les larges bandes de terre retournées par la charrue s'agglutinent en grosses mottes. Si elles persistaient jusqu'au printemps suivant, les ensemencements seraient très difficiles, car ces mottes durcissent par la sécheresse et résistent aux instruments. Quand l'hiver est rigoureux, la formation des mottes à l'automne n'entraîne pas de conséquences fâcheuses; les agrégats de terre sont détruits par la gelée. Au moment où elle se solidifie, l'eau augmente de volume; sa force expansive est plus que suffisante pour séparer les unes des autres les petites particules de terre entre lesquelles l'eau était interposée, la motte de terre tombe en poudre sous le moindre effort: la gelée mûrit les labours, disent les paysans; et en effet, elle travaille pour eux en pulvérisant le sol infiniment mieux qu'ils ne pourraient le faire avec leurs instruments.

Si au printemps la terre n'est pas bien ameublie, la situation est plus grave; entreprendre à ce moment de nouveaux labours est dangereux; si la terre est humide, on risque de reformer les mottes que l'hiver a partiellement détruites, et si la sécheresse survient, la terre restera en très mauvais état. Pour bien me rendre compte de l'influence fâcheuse qu'exerce un travail intempestif, j'ai fait

labourer, en mars 1896, une terre préparée pour betteraves, et qui, de l'avis de l'habile praticien qui dirige les travaux de l'École de Grignon, n'aurait dû recevoir, avant le semis, qu'un coup de herse et un roulage. Ce labour produisit un effet déplorable, des mottes se formèrent, les herses furent incapables d'en avoir raison, et tandis que la levée des betteraves se produisit régulièrement sur les terres qui n'avaient pas reçu de labour de printemps, elle fut partiellement manquée partout où la charrue avait passé.

L'époque du semis des betteraves est toujours difficile à choisir. On est serré entre deux écueils. Sème-t-on de bonne heure? on s'expose à être obligé de recommencer les semailles, si une gelée tardive fait périr les jeunes plantes. Sème-t-on tard? la sécheresse peut survenir et retarder la levée. Il y a là quelques semaines d'anxiété, on parcourt les champs, cherchant à voir apparaître les petites lignes vertes qui annoncent que la germination s'est produite.

C'est au printemps qu'on complète la fumure en distribuant les engrais chimiques solubles; on répand de 150 à 300 kilogrammes de nitrate de soude, ou de sulfate d'ammoniaque; l'emploi de l'un ou de l'autre de ces deux sels n'est pas indifférent; si le nitrate de soude réussit partout, il donne sur les terres humides de moins bons résultats que le sulfate d'ammoniaque; en re-

vanche, ce dernier n'exerce qu'une faible action sur les terres sèches et devient nuisible sur les sols, à la fois secs et calcaires.

Presque tous les cultivateurs habiles ont renoncé à répandre exclusivement les engrais chimiques sur une partie du domaine et du fumier sur l'autre ; ils trouvent grand avantage aux fumures mixtes, comprenant à l'automne : fumier, engrais vert, tourteaux et superphosphates ; au printemps : nitrate ou sel ammoniacal.

II. — DÉVELOPPEMENT DE LA BETTERAVE. ACCUMULATION DU SUCRE DANS LA RACINE.

Sur la terre bien égalisée par les herses, on a procédé aux semailles ; on les fait suivre d'un roulage, et il importe de bien saisir l'utilité de ce travail. L'humidité est la condition même de la germination de la graine, et il faut toujours prévoir que, la pluie faisant défaut, la levée n'aura lieu qu'autant que les réserves d'humidité du sous-sol remonteront jusqu'aux couches superficielles, dans lesquelles ont été déposées les graines.

Pour que cette ascension de l'eau se produise, il faut mettre en jeu la force capillaire, dont tout le monde connaît les effets, puisque c'est elle qui fait monter l'huile ou le pétrole dans la mèche d'une lampe.

Cette attraction de certains corps solides pour l'eau ne s'exerce qu'à très courte distance; on l'observe aisément dans des tubes de verre, aussi fins que des cheveux, d'où le nom de capillarité donné à la force qui tend à élever les liquides non seulement dans les tubes fins, dans des tissus, mais aussi dans les espaces étroits que laissent entre elles les particules des corps pulvérulents.

Or, une terre bien ameublie est loin de former une masse continue : ses particules laissent au contraire entre elles des vides, dont la somme représente du cinquième à la moitié du volume total. On se fait immédiatement une idée de l'étendue de ces espaces vides en prenant d'une part, le poids d'un litre de terre qu'on tasse au maximum et de l'autre, sa densité; on trouvera qu'un litre de terre ne pèse guère au delà de 1,200 à 1,300 grammes, tandis que la densité de cette même terre est de 2,6 c'est-à-dire que, si les particules se touchaient, le litre pèserait 2,600 grammes.

Il y a donc entre les particules de terre de nombreux espaces vides. Pour que le mouvement ascensionnel de l'eau, remontant des profondeurs aux couches superficielles dans lesquelles les graines sont déposées, se produise, il faut que les espaces soient aussi restreints que possible, puisque, ainsi qu'il vient d'être dit, la force capillaire ne s'exerce qu'à très courte distance; pour diminuer les vides de la terre, on l'écrase avec des

rouleaux; le travail est efficace; j'ai trouvé qu'une terre bien ameublie, qui renfermait de 38 à 40 volumes d'air pour 100, après avoir été travaillée à la bêche, n'en contenait plus que de 31,6 à 33,3 après avoir été roulée; la compression avait chassé une partie de l'air occlus dans le sol, les espaces vides étaient plus étroits, le mouvement ascensionnel de l'eau plus facile.

Les betteraves sont semées à l'aide d'un semoir (1), l'espacement des lignes varie entre 35 et 50 centimètres, on répand de 20 à 25 kilogrammes de graines par hectare. Quand la levée est régulière, les jeunes plantes forment une ligne continue; elles sont beaucoup trop serrées pour atteindre leur développement normal, il ne faut en laisser qu'une seule tous les 20 ou 25 centimètres. On coupe avec une binette toutes les betteraves surabondantes, il reste ainsi aux espacements voulus des petites touffes qu'il faut encore éclaircir pour ne laisser qu'une seule racine; ce travail qui s'exécute à la main porte le nom de *démariage*. Le champ présente à ce moment un triste aspect : à la place des jolies lignes vertes qui le sillonnaient naguère, on ne voit plus de place en place qu'une petite plante qui paraît bien chétive; elle s'accroît cependant à la condition de n'être pas gênée par les plantes adventices, par

(1) Voyez plus haut page 20.

les mauvaises herbes qui pullulent aisément sur ces terres enrichies, à la condition encore que l'approvisionnement d'eau du sol soit assuré.

On réussit à remplir ces deux conditions à l'aide des binages ; on fait passer entre les lignes soit une houe à cheval, soit des ouvriers armés d'une rasette ; qu'on procède d'une façon ou de l'autre, les mauvaises herbes sont coupées et la surface de la terre est remuée, écrêtée à quelques centimètres. Ce dernier travail est d'une haute utilité. Le plus grand ennemi de la betterave est la sécheresse, or l'eau coule sans pénétrer quand elle tombe sur une terre durcie par le soleil ; elle est retenue au contraire par une terre ameublie, s'y enfonce, et est utilisée par la végétation. Ce n'est pas seulement pour éviter l'écoulement sans profit des eaux pluviales qu'il faut procéder aux binages, c'est surtout pour empêcher l'évaporation des eaux souterraines ; l'effet des binages est précisément opposé à celui que produit le rouleau ; on roule pour faire monter l'eau des couches profondes à la surface, après les semailles, afin d'humecter les graines et d'assurer la germination ; mais quelques semaines plus tard, cette ascension de l'eau jusqu'à la surface, où elle s'évapore, devient nuisible. Les jeunes plantes ont formé des racines qui s'enfoncent dans le sol et vont chercher les réserves d'humidité qu'il renferme : il faut conserver ces réserves, empêcher leur déperdition,

c'est à cela que sert le binage ; il rompt la continuité de la terre, recouvre les couches humides d'une matière pulvérulente, au travers de laquelle l'ascension de l'eau ne se fait plus.

Je me rappelle que, longeant une vigne, aux environs de Toulon, sous un soleil ardent, je vis un homme, déjà courbé par l'âge, travaillant sa vigne avec une houe ; c'était au mois d'août, le raisin était presque mûr. Je m'arrêtai, étonné qu'à cette époque un binage fût encore utile ; le vigneron se redressa, et voyant mon étonnement me dit : « Ça fait toujours un peu grossir le raisin. » Pour que cet homme se livrât à ce rude travail, il fallait qu'une longue expérience lui eût appris qu'il était efficace ; et on conçoit en effet qu'en écrêtant le sol, en brisant la couche superficielle durcie par la sécheresse, en rompant ainsi la continuité nécessaire à l'ascension de l'eau jusqu'à la surface, il ait préservé de l'évaporation les faibles réserves d'humidité que renfermait encore sa terre ; la vigne profitait de cette eau épargnée, « qui faisait toujours un peu grossir le raisin. »

Le démariage toujours, les binages souvent, sont exécutés à la main ; la culture de la betterave exige donc un personnel nombreux et exercé, et il semblerait, au premier abord, que fournissant du travail aux champs pendant l'été, dans les usines pendant l'hiver, la betterave dût empêcher l'émigration de la campagne à la ville, dont on se

plaint si souvent. Il n'en est pas tout à fait ainsi; les pays riches dans lesquels cette culture est établie ne fournissent pas une main-d'œuvre suffisante. Dans le Nord et dans l'Est, les travaux sont habituellement exécutés par des Belges de la Flandre flamingante; je les ai vus jusqu'en Auvergne; on traite à forfait avec un entrepreneur qui amène une quinzaine d'hommes et une femme pour leur préparer leurs maigres repas; ils restent pendant toute la saison; bons travailleurs, habituellement sobres, ils emportent presque intégralement au pays leur petit pécule.

Aux environs de Paris, les Bretons font concurrence aux Belges; les uns et les autres viennent des contrées à populations denses, où le travail est insuffisant pour occuper tous les bras disponibles; quand cette ressource d'une main-d'œuvre à bon marché fait défaut, la culture de la betterave devient impossible; elle n'a pu s'établir dans les pays à salaires élevés comme l'Angleterre ou les États-Unis, elle prospère au contraire en Allemagne, en Autriche et en Russie.

Les binages nombreux sont nécessaires pour retenir l'eau dans le sol, l'empêcher de s'évaporer à la surface, pour détruire les plantes adventices, qui partageraient, avec la betterave, l'eau, dont elle fait une terrible consommation.

Cette eau nécessaire à la germination de la graine, ne l'est pas moins pendant la croissance,

car les feuilles, par leur transpiration, en dépensent d'énormes quantités.

Quand on arrache à des époques régulières, pendant toute la saison, des betteraves, de façon à déterminer leur poids, et qu'en outre on pèse séparément les feuilles et la souche, on trouve qu'au début le poids des feuilles croît beaucoup plus vite que celui des racines. M. Pagnoul a constaté dans le Pas-de-Calais que le 11 juin, la racine ne pesant encore que 1 gramme, les feuilles ont un poids de 8 grammes ; le 1er juillet, elles atteignent 110 grammes, et 402 grammes le 31 ; à ces mêmes époques, le poids des racines était de 31 grammes, puis de 346 ; vers le 10 août, feuilles et racines présentent des poids égaux, puis à mesure que la saison avance le poids des feuilles diminue, tandis que celui de la racine continue à augmenter ; au mois d'octobre, les feuilles ne pèsent plus que 100 grammes, tandis que la racine dépasse 1 kilogramme. M. Aimé Girard observe également, aux environs de Paris, que les feuilles s'accroissent d'abord plus vite que les racines : au commencement de juillet, les feuilles pèsent 276 grammes et la racine seulement 9 grammes ; pendant les mois de juillet et d'août, les feuilles n'augmentent plus, tandis que la racine atteint déjà 520 grammes et dépasse la feuille, et bien qu'en 1885, année pendant laquelle ont eu lieu les observations, les feuilles aient en septembre

un regain de végétation, leur poids ne dépasse guère, en octobre, la moitié de celui de la racine.

Les feuilles, nous l'avons dit déjà à plusieurs reprises dans cet ouvrage, sont le laboratoire de la plante ; c'est dans leurs cellules à chlorophylle que s'élabore la matière végétale ; la chlorophylle, la matière verte qui joue un rôle capital dans l'assimilation du carbone, est une matière azotée ; elle est d'autant plus abondante que les engrais ont été distribués plus largement, et le contraste, que présente un champ de betteraves bien fumé et une pièce qui n'a reçu qu'une quantité de matières fertilisantes insuffisante, est tout à fait frappant ; dans le premier, les feuilles sont larges, vigoureuses, d'un vert foncé, dans l'autre elles sont jaunâtres, pâlottes ; l'abondance des récoltes de racines variera avec la vigueur du feuillage, car, on ne saurait trop le répéter, c'est dans la feuille que prennent naissance et les hydrates de carbone qui deviendront du sucre dans la racine et les matières albuminoïdes qui lui donnent sa valeur alimentaire.

Le mécanisme de cette élaboration de la matière végétale commence à être bien connu ; les feuilles saisissent dans l'air, grâce à l'énorme quantité d'eau qu'elles renferment, l'acide carbonique, le décomposent sous l'influence des radiations solaires et rejettent l'oxygène. Le résidu de la décomposition de l'acide carbonique hydraté,

constitue l'aldéhyde formique, dont les molécules agglutinées les unes aux autres forment la glycose. La transformation de cette aldéhyde en glycose a été réalisée dans le laboratoire, et nous n'avons aucun doute sur l'origine de la matière sucrée qu'on trouve dans les feuilles. Nous ne savons pas aussi bien comment naissent les matières azotées ; les nitrates puisés dans le sol par les radicelles arrivent jusqu'aux feuilles, où souvent on les rencontre en nature : ils y sont cependant, pour la plus grosse part, décomposés, réduits ; ils perdent leur oxygène ; mais comment l'azote, résidu de cette décomposition, s'engage-t-il en combinaison avec les matières hydrocarbonées pour former la molécule très compliquée de l'albumine, c'est ce que nous ignorons encore.

Toutes ces transformations ne se produisent que dans la feuille vigoureuse, turgescente, en pleine santé ; or, il arrive souvent qu'à la fin d'une chaude journée, les feuilles molles, flasques, presque flétries, s'étalent, elles ont dépensé plus d'eau par leur transpiration que les racines n'en ont pu saisir dans le sol, elles languissent et cessent tout travail ; le lendemain, elles ont repris leur vigueur, car l'évaporation s'arrête pendant les nuits, tandis que l'absorption par la racine est continue ; mais la fin de la journée précédente n'en a pas moins été perdue pour l'élaboration de la matière végétale.

Ce fâcheux arrêt dans le travail est dû exclusivement à l'insuffisance de l'absorption de l'eau par la racine, et on conçoit dès lors combien sont utiles les binages qui, nous l'avons dit, préservent de la déperdition les eaux souterraines ; on conçoit comment les récoltes varieront avec les conditions saisonnières, plus abondantes dans les années humides que dans les années sèches.

Si les arrêts dans l'élaboration de la matière végétale causés par la sécheresse sont fâcheux, bien plus nuisibles encore sont les effeuillaisons, les arrachages des feuilles que pratiquent souvent les cultivateurs, sans se douter du tort qu'ils font à leur récolte de racines ; celles-ci ne sont que des réceptacles incapables d'élaborer de la matière végétale, et visiblement ce magasin sera d'autant moins garni que l'organe chargé de les remplir sera plus faible, moins abondant. Nous n'avons pas, au reste, sur ce sujet de simples considérations théoriques ; M. Violette, de Lille, effeuille à trois reprises différentes la moitié d'un petit champ de betteraves bien homogène : au lieu de 44,000 kilogrammes de racines fournis par 1 hectare de betteraves intactes, il n'en recueille que 23,000 ; les premières renferment 13 centièmes de sucre, les secondes 10. Corenwinder trouve, une autre année, que l'effeuillaison diminue la récolte de racines de 14,000 kilogrammes par hectare. J'ai moi-même procédé à l'effeuillage systématique

des betteraves, et les résultats n'ont pas été moins déplorables que les précédents.

On ne saurait donc trop recommander aux paysans de laisser intact le feuillage de leurs betteraves; les feuilles ne sont au reste que médiocrement nutritives, et la maigre ration qu'elles fournissent aux animaux pendant l'été, diminue considérablement celle qu'ils auraient reçue pendant l'hiver, si on n'avait pas pratiqué l'effeuillage.

La feuille, nous l'avons dit plus haut, produit une matière sucrée, la glycose, qui n'est pas identique avec la saccharose, le sucre, que nous consommons couramment; celui-ci se trouve dans la racine de la betterave comme dans la tige de la canne, de là son nom vulgaire de sucre de canne.

Il existe donc dans la feuille de la betterave et dans la racine deux sucres différents, l'analyse montre en outre que le jus des feuilles est moins chargé, moins concentré, que celui de la racine. En examinant la racine de la betterave, en voyant les vaisseaux partant des feuilles s'y prolonger, on ne doute pas que la glycose des feuilles ne puisse y descendre; on ne doute même pas que le sucre accumulé dans la racine ne tire son origine de la glycose élaborée par les feuilles, et cependant cette origine n'est pas encore complètement éclaircie.

Si nous transformons très aisément le sucre de

canne en glycose, l'opération inverse n'a pas encore été réalisée; toutefois les relations entre ces deux variétés de sucre sont tellement étroites qu'on peut suppléer à la défaillance de la synthèse et admettre qu'en pénétrant dans la cellule de la racine, la glycose devient sucre de canne; mais cette manière de voir étant acceptée, il restait encore à élucider une question qui a longtemps exercé la sagacité des physiologistes.

J'ai déjà indiqué dans un précédent chapitre comment, en m'appuyant sur les phénomènes de diffusion, j'avais pu expliquer, il y a une trentaine d'années, l'accumulation dans un organe d'une substance qui y devient insoluble (1).

Mais si nous concevons aisément comment la fécule, insoluble dans l'eau, se rencontre en quantités notables dans les tubercules de la pomme de terre, nous n'avions aucune interprétation à donner de l'accumulation du sucre de canne dans la racine de la betterave où il reste en dissolution, avant la publication récente d'un travail remarquable dû à M. Maquenne, Assistant de physiologie végétale au Muséum d'histoire naturelle (2).

M. Maquenne s'appuie sur les phénomènes d'osmose découverts autrefois par Dutrochet et repris dans ces dernières années par M. Pfeiffer et M. de Vries.

---

(1) Voyez page 77.
(2) *Annales agronomiques*, t. XXII, p. 5. 25 janvier 1896.

Deux liquides séparés par une paroi inerte et poreuse sont en équilibre lorsque sous le même volume ils renferment le même poids de la même matière en dissolution. C'est l'égalité du poids de la matière dissoute qui détermine l'arrêt de passage au travers de la paroi. Il n'en est plus de même quand les liquides sont séparés par la paroi d'une cellule vivante, c'est alors l'osmose qui entre en jeu, et deux liquides séparés par une membrane de cette espèce sont en équilibre quand ils renferment le même nombre de molécules dissoutes, quel que soit le poids de ces molécules. Les vaisseaux qui descendent de la feuille à la racine y amènent des glycoses ; en pénétrant dans la racine ils deviennent saccharose (nom régulier du sucre de canne) ; deux de leurs molécules s'unissent avec élimination d'eau pour n'en former qu'une seule de saccharose ; par suite, le poids de matière dissoute dans le liquide de la racine doit être double de celui qui gorge les feuilles. Cette manière de voir a été soumise à de nombreuses vérifications expérimentales qui l'ont absolument justifiée ; et il est probable que l'étude approfondie de l'osmose conduira à interpréter sainement des phénomènes physiologiques, restés jusqu'à présent fort obscurs.

III. — BETTERAVES FOURRAGÈRES. VARIÉTÉS EMPLOYÉES. MODE DE CULTURE. LUTTE ENTRE LA POMME DE TERRE ET LA BETTERAVE.

De toutes les plantes de grande culture, la betterave est celle qui présente les variétés les plus dissemblables, et comme les racines sont destinées, soit à l'alimentation du bétail, soit à l'extraction du sucre ou à celle de l'alcool, on conçoit qu'on sème des graines appartenant à l'une ou l'autre de ces variétés, suivant l'usage auquel elle est destinée.

Il semble que lorsque la betterave servira seulement à l'alimentation du bétail, le choix devra se porter sur la variété qui fournira les plus hauts rendements à l'hectare, et que le mode de culture à suivre sera celui qui assurera ces rendements les plus élevés.

Et, en effet, c'est guidé par ces seules considérations que pendant longtemps, et maintenant encore, on sème des graines fournissant de très grosses racines, qui assurent des rendements à l'hectare considérables ; il y a soixante ans, on fut tellement émerveillé de la masse de matière végétale que produisaient quelques-unes de ces variétés, que l'une d'elles reçut le nom de *disette,* pour indiquer que sa culture permettrait de com-

battre victorieusement la pénurie des fourrages. Cette variété est aujourd'hui délaissée, on sème plus volontiers des Globes, des Tankards, des Cornes de vache, ainsi nommées à cause de la forme contournée de la racine, et encore des Mammouths, dont le nom indique les énormes dimensions.

Il n'est pas rare, quand on sème ces variétés sur une terre bien fumée et qu'elles croissent très écartées les unes des autres, qu'elles fournissent des racines pesant plusieurs kilogrammes. On en récolte de monstrueuses. En 1891, dans un champ où les *manques* étaient nombreux, j'ai recueilli une Mammouth du poids de 8 kilogrammes 300, et on en cite de beaucoup plus lourdes encore.

J'ai eu l'idée de soumettre à l'analyse cette énorme racine; je savais bien que j'y trouverais une grande quantité d'eau, je fus étonné cependant du chiffre que fournit le dosage : cette racine renfermait 91,5 centièmes d'humidité et seulement 8,5 de matière sèche, c'était une véritable éponge.

Cette masse de liquide tenait en dissolution dans 100 parties 6,2 de sucre; l'eau est emprisonnée dans les cellules distendues de ces grosses racines et ne s'écoule que lorsqu'on les déchire.

La même année, j'ai soumis à l'analyse une autre racine provenant du même champ et appartenant à la même variété, mais ne pesant que 700

grammes; elle ne renfermait que 82,5 centièmes d'eau. On ne saurait trop insister sur l'intérêt que présentent ces déterminations. On donne habituellement pendant l'hiver aux bœufs ou aux vaches laitières, outre du foin et parfois du son et des tourteaux, 60 kilogrammes de betteraves fourragères en fragments découpés au coupe-racines. Si cette ration était composée de grosses racines semblables à celle dont j'ai donné plus haut la composition, les 60 kilogrammes apporteraient seulement 5 kilogrammes de matière sèche, de matière nutritive, tandis que, si on avait distribué de petites racines, cette ration aurait fourni près de 10 kilogrammes de matière sèche, c'est-à-dire le double de la précédente.

Ainsi, deux betteraves appartenant à la même variété peuvent être absolument dissemblables; les grosses sont infiniment plus aqueuses que les petites. Tout d'abord, il est un point sur lequel il convient d'insister : on continue d'exposer chaque année dans les concours agricoles et notamment à Paris, des spécimens de racines monstrueuses auxquelles les jurys inattentifs décernent mentions et récompenses. Qu'un désœuvré, ignorant des questions agricoles, s'arrête devant ces spécimens monstrueux et dise d'une betterave qu'elle est belle, tout simplement parce qu'elle est grosse, on le conçoit; mais on ne comprend pas que les agronomes instruits qui jugent les produits ne

réagissent pas vigoureusement et ne considèrent pas comme une mauvaise note, l'introduction, dans une exposition, de ces betteraves détestables.

Je me suis attaché pendant plusieurs années à l'étude des diverses variétés fourragères, pour savoir si, parmi elles, il s'en trouverait une ou plusieurs capables de fournir non seulement un haut rendement à l'hectare, mais en outre un poids notable de matières utilisables. On conçoit que cette recherche comprenne deux parties. Après avoir cultivé les diverses variétés dans des conditions semblables et pesé la récolte, il fallait, au laboratoire, les soumettre à l'analyse et déterminer non seulement le taux d'humidité, par suite celui de la matière sèche, mais peser ensuite séparément chacune des substances qui la constituent : le sucre qui en forme une partie importante, la matière azotée, qui est l'élément essentiel de la ration ; il fallait enfin déterminer la proportion de salpêtre que renferment toujours les betteraves, aussi bien dans les feuilles que dans les racines, et cette détermination présente un double intérêt. Tout d'abord, il faut savoir qu'à dose un peu forte, les nitrates sont vénéneux. Un de mes confrères de la Société nationale d'Agriculture m'a rapporté qu'il avait perdu plusieurs vaches qui s'étaient abreuvées dans un baquet, où l'on avait lavé des sacs ayant contenu du nitrate de soude. Jamais les

racines de betteraves ne renferment assez de salpêtre pour déterminer la mort des animaux (1), mais si la proportion de nitrates ingérés chaque jour est notable, elle peut indisposer l'animal, retarder sa préparation pour la boucherie, ou diminuer sa lactation. En outre, le nitrate contenu dans les racines, quand bien même il traverserait l'organisme animal sans y causer aucun désordre, arriverait au tas de fumier où il serait décomposé, réduit, perdu.

Pendant cinq années, j'ai cultivé au champ d'expériences de Grignon les variétés : Globe à petites feuilles, Mammouth, Géante de Vauriac, Tankard, Ovoïdes des Barres. Je les ai soumises à l'analyse, dans l'espoir d'indiquer aux cultivateurs à quelles graines ils devaient donner la préférence ; il m'a paru que les Globe à petites feuilles présentent un léger avantage sur les autres variétés, mais, d'une année à l'autre, les classements que j'ai essayé d'établir n'ont pas été identiques, de telle sorte que je ne saurais affirmer que la Globe, qui m'a paru la meilleure, doive toujours être semée.

---

(1) Il n'en est pas de même pour d'autres plantes ; les tiges du sorgho renferment quelquefois d'énormes proportions de salpêtre. Il y a une quarantaine d'années, cette plante fut préconisée comme aliment pour les animaux domestiques et fut très souvent consommée sans inconvénients, mais dans quelques cas, au contraire, entraîna des accidents mortels ; les symptômes de la maladie ont été si analogues à ceux que provoque le nitrate de potasse, qu'il est bien probable que les chevaux qui sont morts, ont été empoisonnés par la dose très forte de salpêtre que renfermaient les sorghos consommés.

Si mes études sur le choix à faire parmi les variétés ne m'ont pas conduit à des conclusions solides, il n'en a plus été de même de celles que j'ai entreprises sur le mode de culture à suivre. Tous les praticiens ont remarqué que les racines qui croissent isolées dans les champs où la levée a été irrégulière, acquièrent de fortes dimensions; leurs feuilles s'étalent, elles profitent de l'humidité et des aliments qui ne leur sont pas disputés par leurs voisines et ces racines deviennent énormes. Aussi, tant qu'on s'est borné à peser la récolte d'un hectare sans la soumettre à l'analyse, on a été d'autant plus porté à semer en lignes écartées que les nombreuses façons qu'exige la betterave sont bien plus faciles à donner, lorsque les racines sont largement espacées que quand, au contraire, on les maintient serrées.

Les nombreuses recherches exécutées sur les betteraves à sucre avaient montré cependant que les racines sont d'autant plus riches en sucre qu'elles sont plus petites, et qu'elles sont d'autant plus petites qu'elles ont crû plus rapprochées les unes des autres; il était donc tout naturel d'essayer pour les betteraves fourragères le mode de culture pratiqué dans tous les pays où existent des sucreries.

En 1891, j'ai semé à divers écartements des Mammouth et des Globe à petites feuilles; quand les Mammouth ont été en lignes écartées de 35

centimètres et maintenues dans ces lignes à 25 centimètres, elles ont pesé en moyenne 722 grammes et ont fourni un rendement à l'hectare de 81,000 kilogrammes; écartées à 40 centimètres en tous sens, elles ont pesé en moyenne 1,188 grammes, et le rendement à l'hectare a atteint 84,000 kilogrammes. Si donc, comme on le fait habituellement, on se bornait à cette pesée, on devrait conclure que la culture à faible écartement ne présente aucun avantage; mais il en va tout autrement quand on procède aux analyses; on trouve que le poids de matière sèche a été pour les faibles écartements de 13,000 kilogrammes à l'hectare et de 11,000 seulement pour les racines écartées; les petites betteraves renfermaient 8 tonnes de sucre, les grosses 6; il y avait dans les premières 824 kilogrammes de matière azotée et seulement 573 dans les secondes.

Les résultats fournis par les Globe cultivées à divers écartements furent analogues, et si, pendant les années suivantes, il s'est manifesté quelques irrégularités, c'est-à-dire si ce ne sont pas toujours les betteraves les plus rapprochées qui ont donné les rendements en matière sèche les plus élevés, ce sont toujours les grosses racines qui ont donné les plus faibles, ce sont elles aussi qui ont toujours renfermé les proportions de salpêtre les plus fortes.

Il ne faudrait pas croire que ces quantités fus-

sent insignifiantes, elles sont au contraire considérables. En 1891, les Mammouth serrées ont emporté d'un hectare : 64 kilogrammes 8 de nitrate de potasse, les écartées, 219 kilogrammes 4 ; les Globe de petite dimension, 33 kilogrammes 9 ; les grosses, 192 kilogrammes 7.

Ces énormes déperditions de nitrates ne sont pas dues à des fumures exagérées ; en 1894, où la teneur des betteraves fut considérable, on avait distribué seulement au printemps 100 kilogrammes de nitrate de soude à l'hectare, par conséquent moins que les racines n'en contenaient. Il n'y a rien là qui nous étonne, nous savons que les nitrates prennent naissance dans le sol par l'activité des ferments nitriques, que cette activité atteint son maximum dans une terre chaude et humide, c'est-à-dire habituellement à l'arrière-saison, au moment où les racines sont encore sur pied, et il n'est pas extraordinaire qu'elles soient très chargées; mais il est bien à remarquer que leur teneur en nitrates est d'autant plus faible qu'elles sont de moindre dimension, et c'est là une des raisons qui militent en faveur du semis en lignes serrées.

Telles qu'elles sont habituellement cultivées, les betteraves fourragères ne présentent donc pas tous les avantages qu'on est en droit d'en attendre, et on est conduit à se demander si ces variétés ne pourraient pas être avantageusement remplacées

par les racines, naguère employées dans les sucreries et qui alimentent encore les distilleries.

Les variétés fourragères ont été choisies à cause des énormes dimensions qu'elles peuvent acquérir; or, nous l'avons vu, quand on les cultive en lignes serrées, elles perdent le développement excessif qui les faisait rechercher, et, dès lors, il n'y a plus de raisons sérieuses pour les préférer aux variétés ne présentant habituellement qu'une grosseur moyenne.

Nous avons été conduits, par suite, à essayer pendant ces dernières années, de mettre en comparaison les betteraves dites à *collet rose,* avec les Globe à petites feuilles: en cultivant les deux variétés aux faibles écartements, nous en avons tiré les mêmes quantités de matière sèche, de sucre, de matières azotées; toutefois, en 1894, les collet-rose renfermaient beaucoup moins de salpêtre, et c'était là un sérieux avantage qui, malheureusement, n'a pas persisté en 1895.

Faudrait-il aller plus loin encore et livrer aux animaux les betteraves sélectionnées depuis longtemps pour la production du sucre? Nous y avons songé, mais les rendements à l'hectare ont toujours été trop faibles pour que, malgré leur richesse en matière sèche et en sucre, ces racines fournissent autant de matières alimentaires que les variétés plus étoffées.

Ce n'est pas seulement, au reste, contre les

variétés de distillerie que les betteraves fourragères ont à lutter, mais aussi contre les pommes de terre. Nous avons exposé dans le chapitre précédent (1) les progrès remarquables qu'a faits, sous l'impulsion de M. Aimé Girard, la culture de la pomme de terre, nous savons qu'en suivant les indications précises qu'il a données, les rendements de tubercules à l'hectare dépassent habituellement 30,000 kilogrammes et atteignent parfois 40 tonnes. Nous savons en outre que, distribuée cuite aux bœufs à l'engraissement, la pomme de terre a donné des résultats très avantageux, et on est en droit de se demander s'il ne conviendrait pas de substituer la culture des pommes de terre à haut rendement, à celle des betteraves fourragères.

Il n'est pas démontré, jusqu'à présent, qu'à poids de matière sèche égal, la pomme de terre ait des propriétés nutritives supérieures à celles de la betterave ; si nous supposons qu'à poids égaux de matière sèche les deux aliments s'équivalent, on se décidera pour l'une ou l'autre culture suivant le poids de matière sèche obtenu à l'hectare et suivant le prix de revient de cette matière sèche.

Si je prends comme exemple ce que j'obtiens au champ d'expériences de Grignon, je trouve que les variétés de pommes de terre les plus prolifi-

(1) Voyez page 82.

ques me donnent de 30 à 35 tonnes de tubercules, je n'atteins pas 40 tonnes ; les tubercules renferment habituellement le quart de leur poids de matière sèche, je reste donc entre 7 et 9 tonnes de matière sèche ; or, avec les betteraves Globe, je puis récolter de 60 à 80 tonnes de racines, renfermant de 10 à 11 tonnes et demie de matière sèche. Dans une terre en bon état, fertilisée depuis longtemps, l'hésitation n'est pas possible, la betterave est infiniment supérieure, surtout dans les terres humides qui conviennent peu à la pomme de terre.

La betterave, il est vrai, entraîne une dépense de main-d'œuvre et d'engrais supérieure à celle qu'exige la pomme de terre, mais comme la betterave laisse le sol dans un état de fertilité infiniment supérieur à celui où il se trouve après l'arrachage des tubercules, il y a là une compensation dont il convient de tenir compte.

La betterave fourragère est donc parfaitement à sa place dans les terres arrivées à un haut degré de fertilité, et on pourrait obtenir un profit bien supérieur à celui qu'on en tire d'ordinaire, si on s'astreignait à la cultiver en lignes serrées de façon à récolter des racines de petite dimension, riches en matières nutritives.

La consommation directe de la betterave par les animaux est-elle la meilleure méthode pour l'utiliser ? C'est là ce qui nous reste encore à discuter.

IV. — LA FABRICATION DE L'ALCOOL AVEC LA BETTERAVE. DISTILLERIES AGRICOLES.

Il y a cinquante ans, la quantité d'alcool enregistré par l'administration française n'atteignait guère que 900,000 hectolitres; la fermentation de l'amidon, des substances farineuses ou du sucre des mélasses, n'apportait à la masse qu'un faible contingent de 76,000 hectolitres; la distillation du vin fournissait le reste, c'est-à-dire 824,000 hectolitres.

Tout changea quand, en 1850, la vigne fut atteinte par une des maladies qui successivement ont sévi sur elle et, à plusieurs reprises, ont failli détruire notre immense vignoble. Cette première attaque fut terrible, elle était due à un champignon parasite: l'oïdium, dont les fines ramifications couvrent d'un réseau grisâtre les feuilles de la vigne, les grains des raisins, et les détruisent. On sut bientôt, grâce aux travaux de mon ancien confrère de l'Académie, M. Duchartre, que la fleur de soufre combat victorieusement l'oïdium, mais entre une découverte de laboratoire et son application à un vignoble d'énorme étendue, des années s'écoulent. En 1852, la production de l'alcool de vin tomba de 825,000 hectolitres à 76,000; les prix s'élevèrent prodigieusement, ils dépas-

sèrent 200 francs l'hectolitre; presque tout ce qu'on récolta de vin fut consommé en nature et il fallut trouver d'autres sources d'alcool; on mit en œuvre des plantes ou des produits renfermant des matières alcoolisables; des pommes de terre ou des graines, des mélasses, enfin des betteraves.

C'est de cette époque que datent les distilleries agricoles; un habile industriel, mort récemment à un âge avancé, Champonnois, créa très vite un outillage assez peu coûteux pour ne pas excéder les ressources d'une ferme de moyenne étendue, et régla la suite des opérations assez clairement pour qu'elles fussent à la portée de simples ouvriers agricoles. Pendant quelques années, soutenues par les hauts prix de l'alcool, les distilleries agricoles prospérèrent.

La transformation du sucre de la betterave en alcool comprend trois opérations successives: extraction du sucre, fermentation, distillation, que nous allons exposer rapidement.

Les betteraves sont d'abord lavées pour les débarrasser de la terre qui y reste adhérente, souvent en quantités considérables quand l'arrachage a eu lieu par un temps humide; elles sont ensuite découpées en minces rubans à l'aide de cylindres armés de petites lames disposées obliquement comme celles d'un rabot, et animés d'un rapide mouvement de rotation à l'aide d'une machine à vapeur.

Les fragments de betteraves, les cossettes, sont

arrosés d'acide sulfurique étendu ; puis, elles sont conduites aux cuves de macération. Ce sont de grands cylindres en bois, posés verticalement sur une de leurs bases ; ils renferment à l'intérieur deux faux fonds, percés de trous, capables de laisser passer les liquides, mais trop étroits pour que les rubans de betterave puissent les traverser ; au-dessus du faux fond inférieur est pratiqué dans la paroi une ouverture hermétiquement close pendant le travail ; elle permet, quand il est terminé, d'enlever les cossettes épuisées.

Les macérateurs sont au minimum au nombre de trois, mais, généralement plus nombreux, un système de tuyauterie met en communication l'un quelconque avec les six ou sept autres.

Le problème à résoudre est d'épuiser complètement les cossettes du sucre qu'elles renferment en y employant le moins de liquide possible. On envoie des liquides qui ne contiennent pas encore de sucre, sur les cossettes appauvries déjà par plusieurs lavages. Elles leur abandonnent les traces de sucre qu'elles renfermaient encore. Ces liquides s'enrichissent par des passages successifs sur des cossettes de moins en moins épuisées. Ils atteignent enfin le macérateur à cossettes fraîches. En y pénétrant, ils n'ont pas encore une teneur en sucre égale à celle du jus de la betterave, mais bientôt l'équilibre s'établit et le liquide ainsi enrichi est conduit aux cuves de fermentation.

On emploie à ces épuisements aussitôt que le travail est en pleine activité, non de l'eau pure, mais les *vinasses,* c'est-à-dire les liquides provenant des appareils de distillation, où ils ont perdu tout l'alcool produit par la fermentation du sucre ; les vinasses chaudes, qui arrivent aux cuves de macération, abandonnent aux cossettes toutes les matières non alcoolisables qui avaient été entraînées lors des premiers lavages et qui sont devenues insolubles au cours du travail.

Pendant la macération, l'acide sulfurique dilué, versé sur les cosseltes, a métamorphosé le sucre des betteraves en glycose fermentescible, aussi les liquides sortant des macérateurs sont-ils, après refroidissement conduits aux cuves de fermentation où la glycose se transforme en alcool et en acide carbonique.

Les liquides sucrés reçoivent, au commencement des opérations, de la levure de bière délayée dans l'eau. Comme son nom l'indique, cette levure provient des brasseries où elle se multiplie pendant la fermentation des moûts d'orge ; son emploi est devenu, toutefois, assez important aujourd'hui pour que sa préparation soit l'objet d'une fabrication spéciale. Examinée au microscope, la levure apparaît comme formée d'une multitude de petites cellules plates et arrondies ; c'est un végétal qui croît et se multiplie avec une excessive rapidité quand il trouve, dans les liquides où il a été semé,

les aliments, la température qui lui conviennent, et que la réaction de ces liquides s'oppose au développement d'autres ferments. L'acide sulfurique, déversé dès le début sur les cossettes de betteraves, a non seulement pour but de métamorphoser le sucre de canne non fermentescible, en glycose fermentescible, mais en outre, de créer un milieu particulièrement défavorable aux ferments que la terre amène toujours dans les jus et qui, dans un liquide neutre, métamorphoseraient le sucre en acide butyrique.

Des grains de levure analogues, mais non identiques à ceux qui pullulent dans les brasseries, se rencontrent sur les grains des raisins au moment de la maturité, aussi la fermentation se développe-t-elle dans la vendange foulée, sans qu'il soit nécessaire d'y ajouter de ferments; il n'en est pas de même des moûts provenant de l'épuisement des cossettes de betteraves, L'élévation de la température des macérateurs aurait tué la levure s'il s'en était trouvé sur les racines, et l'addition de la levure est nécessaire. Après quelques heures, on voit apparaître au-dessus du liquide une mousse légère, puis les bulles de gaz deviennent plus nombreuses, bientôt la fermentation est en pleine activité. Quand l'opération est bien conduite, l'effervescence ne se calme qu'autant que tout le sucre est transformé en alcool; les liquides sont conduits à l'appareil à distiller;

on en réserve cependant dans les cuves une certaine quantité, on laisse un *pied de cuve* qui provoque la fermentation dans de nouveaux liquides sucrés, sans qu'il soit nécessaire de les additionner de levure.

Nous ne connaissons le mode d'action de la levure que depuis les travaux de Pasteur ; c'est lui qui nous a enseigné que la fermentation alcoolique est liée à la vie, au développement, à la multiplication du petit végétal désigné sous le nom de *saccharomycès*. Quand on maintient à 20° ou 25° de l'eau tenant en dissolution de la glycose, des traces de phosphate et de tartrate d'ammoniaque, et qu'on l'ensemence avec quelques cellules de levure, celle-ci se multiplie, envahit tout le liquide, qui ne tarde pas à entrer en fermentation. Pasteur ne s'est pas borné à nous enseigner que la fermentation est due à l'activité vitale du saccharomycès, il a découvert en outre le mécanisme de la transformation de la glycose en alcool.

Pour le bien comprendre, divisons en deux parties égales un liquide dans lequel la fermentation commence à s'établir ; versons dans un vase large et peu profond la première moitié du liquide pour que l'air le baigne sur une surface étendue; plaçons au contraire l'autre moitié de la liqueur dans un flacon à col étroit, au travers duquel l'air, chassé par le dégagement d'acide carbonique, ne rentrera que difficilement. Procédons après quel-

ques jours à l'examen des liquides en plaçant une goutte sous le microscope, nous verrons que la levure de bière du vase largement aéré est vigoureuse, turgescente, ramifiée, en très bon état; la fermentation cependant a été très incomplète, il reste dans le liquide une quantité notable de glycose inaltérée; les cellules de levure du flacon mal aéré sont nombreuses, mais moins florissantes que les précédentes; en revanche la fermentation très active a fait disparaître toute la glycose.

Comme tous les êtres vivants, le petit végétal, levure de bière, a besoin d'oxygène pour respirer; quand il se développe à l'air libre, il utilise l'oxygène atmosphérique, croît vigoureusement, mais travaille mal; quand, au contraire, la dissolution sucrée est recouverte d'une épaisse nappe d'acide carbonique, que l'oxygène dissous fait défaut aussi bien que l'oxygène aérien, la levure emprunte l'oxygène nécessaire à sa vie au sucre lui-même, elle décompose le sucre, elle devient ferment. C'est à la suite de ses études sur la fermentation alcoolique que Pasteur a donné sa célèbre définition : « La fermentation, c'est la vie sans air. »

Depuis longtemps déjà on compare les molécules des corps composés à de petits édifices dont les matériaux sont formés par les atomes des corps simples constitutifs de ces molécules, et, de même qu'en enlevant à une voûte une des

pierres nécessaires à sa stabilité on fait choir tout l'ensemble, de même, quand on enlève à l'édifice moléculaire une de ses assises, on le voit s'effondrer.

Quand la voûte s'affaisse, chacune des pierres ne se sépare pas de ses voisines ; la plupart restent liées, de gros blocs et des fragments plus petits gisent sur le sol ; de même, quand la molécule chimique se décompose, chaque atome ne reprend pas sa liberté, ils restent réunis en molécules plus simples que celle qui a été détruite et dont ils ne sont plus que des fragments.

Sous l'influence de la levure, le sucre se réduit en deux produits principaux : l'alcool et l'acide carbonique. Sur les six atomes de carbone que renferme le sucre fermentescible, deux se retrouvent dans l'acide carbonique, quatre dans l'alcool. L'alcool et l'acide carbonique représentent donc les deux fragments principaux de la destruction par fermentation du sucre fermentescible ; cette destruction est toutefois accompagnée de fragments de moindre importance : ce sont deux produits peu volatils ou fixes : la glycérine et l'acide succinique et en outre des matières volatiles très nombreuses, mais ne formant cependant qu'une faible fraction de la masse totale ; aussi, quand on envisage l'ensemble du phénomène sans pénétrer dans le détail, peut-on admettre que la somme des poids de l'acide carbonique et de l'alcool repré-

sente le poids du sucre fermentescible mis en œuvre, et bien que l'acide carbonique ne pèse pas tout à fait autant que l'alcool, on admet dans l'industrie que le poids d'alcool formé pendant la fermentation est la moitié de celui du sucre décomposé.

Malgré leur faible poids, les matières volatiles qui apparaissent pendant la distillation des liquides fermentés sont bien loin d'être indifférentes ; et tandis que les produits de la fermentation des raisins, des cerises ou des cannes à sucre, particulièrement agréables au goût, donnent une haute valeur commerciale à l'eau-de-vie, au kirsch ou au rhum, les produits secondaires de la fermentation des betteraves, des pommes de terre ou des grains présentent des odeurs désagréables ; on les désigne sous le nom de *flegmes ;* pour en tirer de l'alcool comestible, on les soumet à une seconde distillation : on les rectifie.

L'alcool se réduit en vapeur, entre en ébullition à 78°, l'eau à 100° ; si on chauffe un mélange de ces deux liquides, l'alcool se vaporise le premier, et si on fait passer sa vapeur au travers d'un tube métallique contourné en spirale, dans un *serpentin,* plongé dans un liquide froid, elle se condense, et on recueille, concentré sous un petit volume, tout l'alcool qui, dans le liquide primitif, était noyé dans une grande masse d'eau.

C'est là le principe de la distillation : si on

l'arrête très vite, on obtient de l'alcool très concentré, mais on laisse dans le liquide fermenté une partie de l'alcool; si, au contraire, on maintient l'ébullition pendant plus longtemps, la vapeur d'eau se mélange à la vapeur d'alcool et la distillation ne fournit plus qu'un liquide très aqueux.

Pour parer à ces inconvénients, on a imaginé depuis longtemps, dans les fabriques d'eau-de-vie, une disposition très ingénieuse: on interpose, entre la chaudière et le serpentin *descendant* destiné à la condensation des vapeurs, un autre serpentin, dit *ascendant,* parce que les vapeurs y sont introduites par la partie inférieure et doivent s'élever dans toutes les spires, avant d'atteindre l'orifice du serpentin descendant, dans lequel elles se condensent. Si le liquide qui entoure ce serpentin ascendant est à une température inférieure à 100°, la vapeur d'eau mélangée à la vapeur d'alcool se condense la première, et redevenue liquide, retourne à la chaudière; il se fait ainsi une séparation entre les vapeurs d'alcool et d'eau, et le liquide qui s'écoule du serpentin descendant est concentré.

Afin d'économiser le combustible, on se sert toujours des liquides à distiller, des *moûts,* pour refroidir les serpentins; la chaleur abandonnée par la vapeur au moment où elle redevient liquide est ainsi utilisée à l'échauffement de ces moûts.

Dans l'appareil distillatoire, imaginé par

Champonnois et qui fonctionne encore dans la plupart des fermes, les liquides alcooliques pénètrent d'abord dans le cylindre qui enveloppe le serpentin descendant, puis, déjà légèrement échauffés, sont conduits à la partie supérieure d'une colonne formée de plateaux de cuivre, s'emboîtant hermétiquement les uns dans les autres. Ils communiquent: d'abord par un trop-plein, tube dépassant de quelques centimètres le niveau de chaque plateau, pour descendre dans le liquide du plateau inférieur, et en outre, par une large ouverture centrale ; celle-ci est recouverte d'une capsule portant cinq branches disposées en forme d'étoile ; ce sont des plaques métalliques pliées sur leur contour de façon à reposer sur le plateau par leurs bords taillés en dents de scie, de sorte que, la vapeur qui s'échappe d'un plateau inférieur ne peut pénétrer dans le plateau supérieur qu'en barbotant au travers du liquide, dépassant le niveau des dentelures des capsules étoilées.

La colonne repose à la partie inférieure sur la chaudière, elle se termine à la partie supérieure par un chapiteau, dans lequel on a logé le rectificateur ; il est formé de deux plaques métalliques placées verticalement et soudées l'une à l'autre par leurs bords recourbés à angle droit, laissant entre elles un conduit haut et étroit qu'on contourne en spirales. La vapeur échappée de la colonne est donc forcée d'accomplir un long cir-

cuit avant d'atteindre au sommet de l'appareil un tube qui la conduit au serpentin, condenseur final.

La marche des liquides, dans cet appareil, est facile à saisir; après un court séjour autour du serpentin condenseur où ils commencent à s'échauffer, les liquides fermentés, les *moûts,* sont conduits au sommet de la colonne autour du rectificateur, où leur température encore peu élevée détermine la condensation d'une partie de la vapeur d'eau qui, mélangée à la vapeur d'alcool, s'élève de la colonne.

Du rectificateur, les moûts descendent par les *trop pleins* de plateaux en plateaux; sur chacun d'eux, ils sont agités par la vapeur qui monte de la chaudière, ils s'échauffent de plus en plus, perdent par volatilisation l'alcool qu'ils renferment et arrivent presque épuisés à la chaudière, où les dernières traces d'alcool sont volatilisées; dès lors, les moûts prennent le nom de *vinasse* et servent, ainsi qu'il a été dit plus haut, à l'épuisement des cossettes.

Il s'établit donc dans cet appareil un double mouvement, les liquides descendants rencontrent à chacune de leurs étapes le courant de vapeur qui s'échappe de la chaudière. A mesure que cette vapeur s'élève, elle change de composition; à chaque plateau, de la vapeur d'eau se condense, et provoque, par la chaleur dégagée par sa condensation même, la volatilisation de l'alcool; cette

vapeur, de plus en plus riche en alcool, subit une dernière purification dans la longue spirale du rectificateur, puis, conduite au serpentin, elle s'y condense complètement.

Le serpentin débite des flegmes renfermant à peu près la moitié de leur poids d'alcool.

La production des flegmes appartient essentiellement aux distilleries agricoles; en Allemagne, elles ne les rectifient jamais, le travail est exécuté dans les raffineries d'alcool; en France, la séparation de ces deux industries est moins absolue, et on compte un assez grand nombre de distilleries agricoles qui rectifient leurs flegmes.

A bien prendre, l'alcool n'est pas le produit le plus important que fournissent les distilleries agricoles; lorsque le prix de vente est suffisant pour couvrir les frais de la culture de la betterave et les dépenses de fabrication, l'opération est fructueuse, quand bien même la vente de l'alcool ne laisserait aucun bénéfice; celui-ci apparaît dans l'emploi des résidus des cuves de macération, dans l'emploi des pulpes, qui constituent un excellent aliment pour le bétail.

Ces pulpes renferment toutes les matières azotées qui préexistaient dans la betterave; au moment où la vinasse chaude employée aux épuisements arrive sur les betteraves coupées, elle détermine la coagulation du protoplasma des cellules; il devient insoluble et pour la plus grande

partie reste fixé dans la masse. La petite quantité de cette matière azotée, d'abord entraînée, est, ainsi qu'il a été dit, ramenée par la vinasse sur de nouvelles cossettes, pendant leur passage dans les cuves de macération. La plus précieuse des matières alimentaires contenues dans les betteraves se retrouve donc dans les pulpes. Le sucre a disparu, il est vrai, mais la cellulose, qui constitue comme le squelette de la racine, profondément modifiée par l'action des liquides chauds et acides, est devenue, partiellement au moins, assimilable par les animaux et remplace le sucre décomposé. Ces pulpes sont très aqueuses, elles renferment souvent 90 centièmes d'humidité, mais en les mélangeant à de la paille hachée, très sèche au contraire, on constitue d'excellentes rations.

La distillerie laisse encore d'autres résidus; et d'abord les vinasses dont la quantité surpasse celle qui est nécessaire à l'épuisement des cossettes; ces vinasses sont sans valeur comme aliments, la vente des matières minérales qu'elles renferment ne couvrirait pas les frais du combustible nécessaire à leur évaporation et à leur calcination, aussi toutes les fois que la disposition des lieux s'y prête, on les répand sur les champs, et quand elles sont employées à doses modérées, elles exercent une action très favorable.

Cet épandage n'est pas toujours possible; les distilleries sont habituellement installées dans le

voisinage des cours d'eau, dans les parties basses du pays, et souvent on ne rencontre pas de terres en aval, propres à les recevoir. Quant à les remonter dans des réservoirs pour les conduire sur des terres élevées, c'est là un travail qui d'ordinaire entraîne des dépenses hors de proportion avec les avantages qu'on en peut tirer. D'autre part, l'écoulement dans les cours d'eau occasionne des procès ; il y a là des difficultés souvent sérieuses.

Quoi qu'il en soit, il est clair qu'une ferme, qui paie la culture de la betterave avec l'alcool produit et qui a des pulpes gratis ou à très bas prix, se trouve dans une position infiniment plus avantageuse que celle qui fait directement consommer ses betteraves par le bétail, et il est visible que le développement de la distillerie agricole exercerait la plus heureuse influence sur la prospérité de notre pays.

Il ne semble malheureusement pas que, dans l'état actuel des choses, elle soit susceptible de beaucoup s'accroître.

Depuis une dizaine d'années, la production de l'alcool en France n'a guère augmenté ; nous fabriquons *ostensiblement* un peu plus de 2 millions d'hectolitres. Qu'ajoutent à ces quantités les bouilleurs de cru ? On l'ignore. Leur production varie sans doute entre des limites très écartées avec l'abondance du raisin, des pommes et des autres fruits.

Pendant les années où les gelées tardives n'atteignent pas la fleur des pommiers, la fabrication du cidre surpasse les besoins de la consommation, l'excédent est conduit à l'alambic.

Quel est le nombre d'hectolitres qui sortent ainsi des départements normands et bretons, quel est celui que jettent sur le marché clandestin les vignerons qui n'ont récolté que des vins de basse qualité? Nous ne pouvons faire sur ce sujet que des calculs approximatifs.

On ne saurait cependant manquer d'être frappé de la baisse du prix de vente de l'alcool qui a suivi la grande récolte de fruits de 1893. Tandis qu'en 1892, le prix de l'hectolitre d'alcool était encore à 47 francs, il descendit à 44 francs en 1893, puis tomba successivement à 33 francs en 1894 et à 31 francs en 1895. Or, les quantités produites ostensiblement ont été de 2,195,000 hectolitres en 1892, 2,317,000 en 1893, 2,114,000 en 1894, et 2,036,000 en 1895; c'est-à-dire, que les variations dans la production régulièrement enregistrée, sont tout à fait incapables d'expliquer la baisse excessive qui s'est produite et qui paraît devoir être attribuée à l'exagération de la distillation clandestine.

Le marché français est approvisionné par de l'alcool de diverses origines; malgré la reconstitution graduelle de notre vignoble, qui de plus en plus brave les atteintes du phylloxera, la distil-

lation du vin n'apporte encore qu'un faible contingent, elle reste habituellement au-dessous de 50,000 hectolitres; en 1894 cependant, à la suite d'une récolte de vin exceptionnelle, elle a dépassé 100,000 hectolitres, pour retomber à 43,000 en 1895.

Pendant cette même année, la distillation des mélasses a jeté sur le marché plus de 700,000 hectolitres d'alcool; celle des substances farineuses, un peu inférieure à ce qu'elle avait été les années précédentes, a fourni 384,000 hectolitres. Les droits élevés qui ont frappé les maïs étrangers n'ont pas empêché les fabricants de levure de mettre en fermentation des quantités notables de grains, ils ont tout simplement changé de matière première et saccharifient l'amidon du riz du Tonkin ou de la Cochinchine, exempt de droits, au lieu de mettre en travail le maïs de Roumanie.

Les distilleries de betteraves fournissent en moyenne 800,000 hectolitres d'alcool; la production s'est un peu ralentie pendant les deux dernières années, mais les variations sont peu sensibles. Cette industrie est très localisée; sur les 744,000 hectolitres produits en 1895, le Nord à lui seul en a fourni 264,000, Seine-et-Marne 74,000, Seine-et-Oise 86,000 et les Deux-Sèvres 35,000; ces quatre départements ont donc produit 460,000 hectolitres, ne laissant pour tout le reste du territoire que 284,000 hectolitres.

Peut-on espérer que la distillation de la betterave se répandra, et qu'un plus grand nombre de nos départements participeront aux avantages que procure la transformation du sucre en alcool? Cette extension ne peut avoir lieu qu'avec l'ouverture de nouveaux débouchés, car les prix actuels montrent que la consommation absorbe à peine les quantités fabriquées, et tout d'abord on ne peut songer qu'à augmenter la production de l'alcool destiné aux usages industriels; celle de l'alcool comestible n'est que trop considérable et les progrès de l'alcoolisme sont trop rapides pour qu'on ne cherche pas à les enrayer par tous les moyens possibles. Heureusement, tout l'alcool produit n'est pas comsommé en nature, ou employé à la confection de boissons variées, il est souvent employé comme combustible et constitue, en outre, la matière première, indispensable à nombre de préparations industrielles.

Si l'alcool destiné à ces usages devait supporter la totalité des droits énormes établis sur l'alcool de consommation, ses applications seraient très restreintes; aussi a-t-on dégrevé partiellement l'alcool dit *dénaturé,* c'est-à-dire mélangé à des substances qui le rendent imbuvable et dont il ne peut être séparé économiquement. Or il n'est pas impossible que les pouvoirs publics consentent à diminuer les droits qui pèsent encore sur l'alcool dénaturé, ou qu'on arrive même à les supprimer

complètement, comme on l'a fait en Allemagne. L'alcool dénaturé est un combustible très commode, et qui se répandrait rapidement dans toutes les petites localités où la fabrication du gaz n'est pas établie, si on pouvait se le procurer à o fr. 40 ou o fr. 50 le litre. C'est seulement sous l'influence d'une consommation plus active qu'il y a chance de voir s'établir de nouvelles distilleries agricoles. Il n'est même pas certain qu'une augmentation de consommation de l'alcool dénaturé tournât au profit de la culture de la betterave ; peut-être que les nouveaux établissements se monteraient pour distiller les pommes de terre et les grains, comme on le fait en Allemagne ; on n'y considère l'alcool que comme un produit secondaire, et sa fabrication comme un moyen d'assurer l'alimentation économique des animaux. Or, quand on obtient un hectolitre d'alcool avec des betteraves, les pulpes qu'on recueille assurent pendant vingt-quatre heures la nourriture de douze à treize bêtes bovines, tandis qu'on en nourrit le double avec les *drèches* que laisse la production d'un hectolitre d'alcool, provenant de la mise en œuvre des grains et des pommes de terre. L'Allemagne produisant chaque année environ 3 millions d'hectolitres, exclusivement avec des matières farineuses, on conçoit naturellement qu'elle entretienne plus de bêtes bovines et plus de porcs que nous ne le faisons en France.

Il ne faut pas oublier, au reste, que de l'un ou de l'autre côté du Rhin la fabrication de l'alcool d'industrie est menacée, et peut-être à brève échéance, d'une terrible concurrence.

Il y a plus de trente ans que M. Berthelot a réalisé la synthèse de l'alcool, en fixant les éléments de l'eau, sur un carbure d'hydrogène qui existe dans le gaz de l'éclairage, sur l'éthylène; à cette époque, la préparation de l'éthylène pur était encore difficile; elle l'est moins aujourd'hui. On obtient ce gaz en unissant directement l'hydrogène et l'acétylène; or M. Maquenne nous a enseigné récemment à préparer ce gaz, en partant des carbures alcalino-terreux, et M. Moissan a rendu cette fabrication industrielle, en réalisant, à très bas prix, la préparation du carbure de calcium dans le four électrique.

Quand ces réactions passeront-elles du laboratoire à l'usine? Nous l'ignorons; mais ce jour-là, la fabrication de l'alcool d'industrie par fermentation aura vécu.

La betterave survivra cependant; cultivée en lignes serrées sur de fortes fumures, elle fournit d'abondants aliments pour le bétail; elle en fournit encore quand elle est conduite aux fabriques de sucre. Mais cette grande industrie exige une étude spéciale; nous l'entreprenons dans le chapitre suivant.

LA BETTERAVE A SUCRE

La fabrication du sucre de betteraves date du commencement du siècle. On se rappelle que, pour réduire l'Angleterre, l'Empereur essaya de ruiner son commerce, en établissant le blocus continental. Le sucre, exclusivement produit jusque-là dans les régions tropicales, n'entrant plus que par fraude et en petites quantités, atteignit des prix excessifs. On chercha naturellement de l'extraire de quelques-uns des végétaux qui croissent dans nos contrées, et après des tentatives infructueuses, on remit en lumière d'intéressantes expériences, exécutées en Allemagne depuis plusieurs années.

En 1757, un chimiste nommé Margraff avait reconnu que la racine de la betterave renferme un sucre identique à celui qu'on extrait des cannes. Un de ses élèves, Achard, appartenant à une famille française, émigrée lors de la révocation de l'Édit de Nantes, avait même installé une fabrique de sucre de betteraves qui avait bientôt périclité. Instruit de cet essai, l'Empereur ordonna qu'il

fût repris; grâce à de larges subventions, la culture de la betterave fut tentée dans plusieurs départements, des fabriques s'élevèrent, le sucre indigène parut sur le marché, et quand l'Empire tomba, la nouvelle industrie était établie.

Plusieurs fois cependant, elle faillit disparaître: le sucre, toujours considéré comme un aliment de luxe, avait été, dès l'origine, frappé d'un lourd impôt, maintenu par les divers gouvernements qui se succédèrent dans notre pays. Si l'on n'avait demandé à cet impôt que les sommes considérables qu'il peut fournir, il n'aurait que retardé l'essor de la nouvelle industrie, en diminuant la consommation sans déterminer de crise fatale. Il n'en fut pas ainsi; on fit de cet impôt une arme de protection, et dès lors commença la série des difficultés, au milieu desquelles nous nous débattons encore aujourd'hui.

Les planteurs des colonies n'avaient pas vu sans inquiétude la prospérité naissante de la nouvelle industrie. Si le sucre de betteraves suffisait à alimenter la consommation de la France, le marché de la mère-patrie se fermait devant eux. Ils invoquèrent la nécessité de ne pas laisser périr le faible domaine colonial que nous avaient laissé nos défaites; ils montrèrent qu'il fallait soutenir notre marine marchande en lui assurant le transport des sucres des Antilles et de la Réunion jusqu'en France; ils furent écoutés; et

pendant le règne de Louis-Philippe les Chambres discutèrent différentes propositions de loi, écrasant la fabrication du sucre de betteraves, en détaxant le sucre colonial, ou même, interdisant absolument la production du premier, par le rachat et la fermeture des usines.

Les discussions se continuèrent à la Chambre des députés, de 1839 à 1845. Enfin on trouva le moyen de laisser vivre les deux rivales et dès lors, sûre de l'avenir, la fabrication prit en France une grande extension; jusqu'en 1846, la production était restée inférieure à 35,000 tonnes de sucre raffiné; elle monta cette année-là à 46,000 tonnes; dix ans plus tard, elle atteignit 100,000 tonnes; en 1865, elle fournit 200,000 tonnes, puis s'éleva successivement à 300,000, 400,000, 500,000 tonnes, et jusqu'à 700,000 tonnes pendant les dernières campagnes.

Il ne faudrait pas croire pourtant que cette augmentation fût le signe d'une grande prospérité. La production a progressé plus vite que la consommation, le prix du sucre a baissé de plus de moitié; de 60 francs les 100 kilogrammes il y a vingt ans, il est tombé aujourd'hui à 25 francs, de telle sorte que l'impôt de 60 francs triple son prix de vente; et si l'État n'abandonnait pas à la fabrication une partie de cet impôt, nombre d'usines fermeraient.

L'impôt de consommation du sucre rapporte

chaque année à l'État 200 millions de francs environ; la culture de la betterave est l'origine des progrès agricoles les plus rapides; il importe donc aussi bien à l'équilibre du budget qu'à la prospérité de notre agriculture, que cette belle industrie ne périclite pas, et il est intéressant d'étudier sa situation actuelle.

I. — LA CULTURE DE LA BETTERAVE A SUCRE JUSQU'AU VOTE DE LA LOI DE 1884.

La culture de la betterave à sucre, établie dès le début dans le nord-est : l'Aisne, le Nord, le Pas-de-Calais, la Somme, l'Oise, y couvre encore de larges surfaces; elle s'étend en outre dans l'ouest; il existe des sucreries dans l'Eure, Eure-et-Loir et Seine-et-Oise; elle descend au sud, dans Seine-et-Marne, le Loiret, l'Indre, la Côte-d'Or, Saône-et-Loire, le Puy-de-Dôme et même jusque dans Vaucluse et le Gard. Pendant une vingtaine d'années, de 1850 à 1870, cette culture fit à la fois la fortune des planteurs et celle des fabricants. Les cultivateurs récoltaient à l'hectare de 40 à 50 tonnes de racines, qu'ils vendaient 20 francs la tonne, réalisant ainsi de 800 à 1,000 francs de produit brut à l'hectare; ils rapportaient des sucreries, des pulpes de bonne qualité, qui leur permettaient d'engraisser un nombreux bétail; leurs terres,

enrichies par de copieuses fumures, donnaient après la betterave d'excellentes récoltes de blé. Les nombreuses façons qu'exige la betterave pendant l'été, le travail des usines en hiver, assuraient des salaires relativement élevés aux ouvriers agricoles, et je me rappelle encore avec quel accent de fierté, un fermier des environs de Soissons me disait en 1857 : « Monsieur, ici, il n'y a plus de pauvres. » Le sucre se vendant de 60 à 70 francs les 100 kilogrammes, les fabriques réalisaient de beaux bénéfices, bien que leur outillage fût encore assez primitif.

Cette prospérité ne fut pas de longue durée. Tandis que les cultivateurs, continuant à obtenir d'abondantes récoltes, se déclaraient satisfaits, les fabricants, au contraire, se plaignaient de la qualité des racines dont la teneur en sucre devenait trop faible, pour que leur traitement continuât d'être avantageux. La betterave, nous l'avons dit déjà, est de toutes les plantes de grande culture celle qui présente dans la composition de sa racine les écarts les plus considérables ; on en rencontre parmi elles quelques-unes qui renferment de 15 à 20 centièmes de sucre, et d'autres de 5 à 6. On conçoit que, s'il y a profit à traiter une tonne dans laquelle il existe de 150 à 200 kilogrammes de sucre, il devient onéreux de mettre en œuvre une tonne qui n'en contient que 50 ou 60 kilogrammes. Cette diminution de qualité était réelle ; elle s'ac-

centuait à mesure que la culture de la betterave remontait dans le pays à une date plus reculée. Si, au moment de son installation dans une contrée où la culture de la betterave n'était pas habituelle, une usine recevait d'excellentes racines, leur qualité baissait d'année en année. Cette diminution dans la richesse en sucre des racines sembla d'abord apporter un solide appui à l'idée d'épuisement du sol, émise à cette époque par le célèbre chimiste allemand J. von Liebig.

Sa mémorable découverte de la richesse en azote des terres cultivées, l'avait entraîné dans une mauvaise voie ; persuadé que l'alimentation azotée de la plante est assurée par l'abondance de la matière organique du sol, il avait été conduit à exagérer l'importance, très réelle, des aliments minéraux. Il s'élevait, dans ses *Lois naturelles de l'agriculture,* avec une extrême véhémence, contre le mode de culture habituellement suivi en Europe. Quand, d'après lui, on n'emploie comme engrais que le fumier de ferme, quand on ne restitue pas au sol les éléments minéraux : acide phosphorique et potasse exportés du domaine à chacune des ventes de récolte ; quand on pratique « cette culture spoliatrice », « cette culture vampire », on arrive fatalement à la ruine. Elle s'annonce déjà ; les pommes de terre croissant dans un sol épuisé sont devenues incapables de résister à la maladie, et les betteraves ne renferment plus

les quantités de sucre qui s'y rencontrent lorsque, cultivées sur un sol vierge, elles y trouvent tous les éléments minéraux nécessaires à leur développement.

Il est parfaitement certain qu'en portant un sac de blé au marché, on y porte l'acide phosphorique, la potasse et la magnésie que le blé a pris dans les champs du domaine, et que, de même, la vente d'un bœuf implique la disparition du phosphate de chaux de ses os et du phosphate de potasse de ses muscles ; et qu'en continuant indéfiniment ces exportations, sans apporter au sol autre chose que le fumier, qui ne renferme naturellement qu'une fraction des matières minérales prélevées par les récoltes, on arrive à l'épuisement.

Mais, est-ce bien à cet épuisement hypothétique du sol qu'est due la diminution de qualité des racines portées aux sucreries ? Liebig n'hésitait pas ; il l'attribuait aux prélèvements incessants de potasse, qu'entraîne la culture de la betterave. On sait, en effet, que les sels de cette base contenus dans les racines passent dans les résidus de la fabrication du sucre, dans les mélasses ; que celles-ci, après transformation en alcool du sucre qu'elles renferment encore, laissent, par évaporation et calcination, des salins renfermant toute la potasse puisée dans les champs, et que cette potasse enfin, loin d'y revenir, est vendue au commerce des produits chimiques.

Une objection néanmoins se présentait aux esprits non prévenus ; si la culture de la betterave entraîne l'appauvrissement sensible du sol en potasse, son épuisement même, on ne comprend pas pourquoi cet épuisement se traduit seulement par un changement de composition de la racine et non par une diminution dans le poids de la récolte elle-même, ce que n'aurait pas manqué d'amener la disparition d'un élément nécessaire à la végétation, comme l'est la potasse. Or, tandis que les fabricants exhalaient leurs plaintes, les cultivateurs continuaient à conduire aux sucreries, à pleins chariots, leurs mauvaises racines.

L'assurance de Liebig avait fini cependant par convaincre la plupart des incrédules, quand une découverte inattendue permit de soumettre ses idées théoriques *au criterium* de l'expérience. En 1864, on reconnut à Stassfurt-Anhalt, en Allemagne, l'existence d'un immense gisement de sel gemme, portant à sa partie supérieure d'épaisses couches de sels de potasse et de magnésie. Du coup, la potasse entra dans les formules d'engrais d'où jusqu'alors l'avait exclue son prix élevé. Aussitôt que les engrais de potasse furent mis en vente, je disposai au printemps de 1866 des cultures de betteraves sur lesquelles ils furent essayés... L'échec fut complet ; je constatai avec un profond étonnement que ces sels de potasse n'avaient exercé aucune action, ni sur la quantité,

ni sur la qualité des betteraves récoltées. En 1867, les résultats ne furent pas meilleurs, et les essais, tentés par plusieurs autres agronomes dans diverses régions de la France, ne réussirent pas davantage. Il fallut en conclure que la plupart des terres cultivées sont assez riches en potasse, pour que l'addition de nouvelles quantités soit inutile; il fallut en conclure surtout que ce n'était pas à l'épuisement du sol en potasse qu'était due la mauvaise qualité des betteraves, portées aux sucreries.

Plusieurs années se passèrent pendant lesquelles les rapports des fabricants de sucre et des cultivateurs ne firent que s'aigrir. Les fabricants avaient commis la très grosse faute de ne pas intéresser les cultivateurs, par des majorations de prix, à leur fournir de bonnes racines; ils achetaient à prix invariable et expiaient durement leur imprévoyance.

Je pensais souvent à cet appauvrissement des betteraves en sucre, quand, au cours d'une excursion que je fis dans le département du Nord en 1872 avec les élèves de Grignon, je me décidai à reprendre cette étude. Nous fûmes reçus à la célèbre ferme de Masny, par M. Fievée, cultivateur et fabricant de sucre, qui, très préoccupé de la diminution de qualité de ses racines, employa pour la caractériser une expression familière qui m'est toujours restée dans l'esprit. « Maintenant,

me disait-il, nous n'avons plus que de mauvaises betteraves ; il n'en était pas ainsi il y a quelques années, nous plantions alors des bâtons de sucre d'orge. » M. Fievée disait que sa terre était surmenée par des cultures de betteraves trop souvent répétées ; puis, voyant combien je prenais d'intérêt à ses doléances, il m'engagea vivement à essayer de résoudre le problème, dont la solution importait à toute l'agriculture du nord de la France.

Son insistance me décida ; rentré à Paris, je m'ouvris de mes projets à mon excellent maître M. Frémy, professeur au Muséum, chez qui j'avais débuté vingt ans auparavant ; son laboratoire était voisin de celui que j'occupais, et nous résolûmes d'entreprendre les recherches en commun. De grands tonneaux furent remplis de terres artificielles de composition connue, auxquelles on ajouta des engrais en poids parfaitement déterminés, puis on procéda aux semailles ; les betteraves se développèrent et, quand elles eurent atteint leur maturité, on les soumit aux analyses ; on ne se borna pas à déterminer la quantité de sucre qu'elles renfermaient, on chercha en outre quelle était leur teneur en matières azotées. Ces analyses dévoilèrent un fait d'un haut intérêt : les betteraves riches en sucre étaient pauvres en matières azotées, et réciproquement celles qui étaient riches en azote ne renfermaient que de petites quantités de sucre.

Ces premiers résultats furent confirmés par l'analyse de nombreuses betteraves prises dans les cultures de Grignon, ou envoyées du départment du Nord et de celui de l'Aisne. Toujours on trouva que la pauvreté des racines, en sucre, coïncidait avec leur richesse en azote. La lumière était faite ! Ce n'était pas du tout parce que les terres épuisées ne fournissaient plus à la plante qu'une nourriture insuffisante, qu'après plusieurs années de culture on ne récoltait plus que des betteraves pauvres en sucre ; c'était, tout au contraire, parce que de copieuses fumures avaient enrichi la terre de matières azotées, qu'elle ne portait plus que de grosses racines toutes gonflées d'eau, de matières albuminoïdes, mais peu chargées de sucre. La culture périclitait non par famine, mais par pléthore.

Quand on commence la culture sur une terre neuve, qui n'a encore reçu que les maigres fumures dont dispose le vieil assolement triennal, les racines sont de bonne qualité ; mais en retour des betteraves reçues, la sucrerie livre des pulpes ; pour les consommer, le bétail arrive ; le tas de fumier s'accroît ; chaque année la terre s'enrichit, le poids des racines récoltées s'élève et leur qualité diminue. Pour concevoir comment l'abondance de la fumure azotée détermine l'appauvrissement en sucre des racines, il suffit de les examiner avec attention. Prenons une betterave de forte dimen-

sion, et coupons-la en tranches minces, perpendiculairement à sa longueur; si nous regardons une de ces tranches à la lumière réfléchie, nous la voyons formée d'anneaux blanchâtres, séparés les uns des autres par des zones circulaires d'une teinte plus sombre ; à la lumière transmise les colorations changent, les anneaux paraissent opaques, les zones transparentes ; ce premier examen montre que la racine est formée de deux tissus différents : un tissu fibreux, opaque à la lumière transmise, constitué par des vaisseaux qui descendent des feuilles aux racines et un tissu cellulaire lâche, dont les zones alternent avec les anneaux fibreux. Pour aller plus loin, séparons dans quelques tranches, à l'aide d'un canif, les zones de tissu cellulaire, des anneaux de tissu fibreux, de façon à constituer un lot de l'un et de l'autre tissus; puis, procédons à l'analyse de ces lots et nous trouvons que le tissu cellulaire est très aqueux, très pauvre en sucre, très riche en matières azotées et que le tissu fibreux présente précisément la composition inverse; une betterave est pauvre quand les anneaux de tissu fibreux sont noyés dans de larges zones de tissu cellulaire, elle est riche, au contraire, quand le tissu fibreux domine.

Les différences sont si sensibles, qu'avant toute analyse on a une idée déjà très approchée de la valeur d'une racine, par la façon dont elle se com-

porte à la râpe; si de longues fibres y restent adhérentes, s'il faut faire effort pour entamer la chair, si la betterave est dure, résistante, le tissu fibreux y est abondant, elle est riche; elle est pauvre au contraire, si le jus s'écoule avant toute pression, aussitôt que les dents pénètrent dans un tissu mou et peu résistant.

Comparons deux racines appartenant à la même variété, mais de dimensions différentes: l'une pèse 1,500 grammes, l'autre 500 seulement; le simple examen d'une section nous montrera comment le traitement de l'une est ruineux pour le fabricant, tandis que le travail de l'autre est lucratif; les deux racines renferment le même nombre d'anneaux fibreux, mais dans celle de 1,500 grammes, ce tissu est noyé au milieu des zones de tissu cellulaire aqueux, tandis que ces zones sont minces, étroites, dans la betterave de 500 grammes; à l'analyse, la grosse racine est bien plus pauvre que la petite; la quantité de sucre totale toutefois peut être égale dans les deux racines; il arrivera même que le poids de sucre contenu dans la racine de fortes dimensions dépassera celui que renferme la petite betterave, mais pour obtenir ce sucre le fabricant sera obligé dans un cas de dépenser bien plus de combustible que dans l'autre, et le sucre lui reviendra infiniment plus cher s'il traite des betteraves pauvres, que s'il en travaille de riches.

Les engrais azotés sont nuisibles au fabricant, puisqu'ils diminuent la qualité des racines ; mais, d'autre part, ils sont très avantageux au cultivateur. La réussite de la betterave n'est assurée que dans un sol fertilisé par de copieuses fumures, souvent répétées. C'est seulement lorsqu'elle est placée sur un sol « engraissé », comme disent les paysans, que la betterave fournit des récoltes rémunératrices. Les fabricants essayèrent cependant de restreindre ces fumures abondantes qui les ruinaient. Ils interdirent l'emploi du plus efficace des engrais azotés : le nitrate de soude.

Nous savons aujourd'hui que les nitrates prennent naissance par fermentation dans les sols fertiles et qu'il n'est pas nécessaire d'en répandre pour les rencontrer dans les végétaux, souvent en proportions notables. Cette notion, courante maintenant, était inconnue il y a trente ans et, à plusieurs reprises, des procès s'engagèrent entre les cultivateurs affirmant qu'obéissant aux clauses de leurs contrats, ils s'étaient abstenus d'employer du nitrate de soude, et les fabricants, s'appuyant sur la présence des nitrates dans les betteraves pour prétendre, à tort, qu'on avait violé les conventions.

Toutes ces discussions auraient cessé si dès cette époque on eût intéressé les cultivateurs à fournir des betteraves riches, en les payant à un prix d'autant plus élevé qu'elles renfermaient

plus de sucre. Il ne fallait pas, pour repousser cette convention, prétendre qu'on rencontrerait de sérieuses difficultés à déterminer rapidement la teneur en sucre des racines. Plusieurs chimistes agronomes : Péligot il y a soixante ans, et plus récemment M. Durin, avaient montré clairement que, parmi les substances solubles contenues dans le jus des betteraves, dans le liquide obtenu après râpage et pression, le sucre domine tellement que la densité du jus est proportionnelle à la quantité de sucre que ce jus renferme. En faisant flotter dans le jus un aréomètre à poids constant, on détermine sa densité et par suite la teneur en sucre des racines, avec une approximation suffisante à l'établissement de marchés équitables. Cette solution (qui devait s'imposer quelques années plus tard) fut malheureusement repoussée; l'accord ne fut pas conclu. La guerre continuant entre cultivateurs et fabricants, l'essor de la sucrerie française fut arrêté et l'Allemagne, en profitant très habilement, poussa sa fabrication au chiffre prodigieux où nous la voyons aujourd'hui.

En France, on en resta aux demi-mesures ; les fabricants exigèrent que les betteraves fussent semées en lignes rapprochées et maintenues serrées dans ces lignes.

On obtient ainsi, nous l'avons indiqué dans le chapitre précédent, des racines plus petites, plus

riches, que lorsqu'elles croissent écartées les unes des autres. On conçoit très bien, en effet, que si la quantité d'eau déversée par la pluie sur un champ, si la quantité d'engrais distribués sont partagées entre un grand nombre de sujets, chacun d'eux n'en obtiendra qu'une fraction plus faible, que si les preneurs sont moins nombreux. On comprend dès lors que l'hectare produira un poids de betteraves égal à celui qu'il donne avec la culture espacée, mais que ce poids sera formé de racines plus petites, et par suite de meilleure qualité.

Cette solution ne satisfaisait que médiocrement les producteurs, car le mode de culture qui leur était ainsi imposé entraînait un surcroît de dépenses. Les *façons* sont, en effet, plus difficiles à donner, et conséquemment plus onéreuses, quand les betteraves sont rapprochées, que si elles poussent à de grands écartements, et puisque la nouvelle méthode donnait de meilleures racines que l'ancienne, les cultivateurs réclamaient (sans succès au reste) qu'il leur en fût tenu compte.

Ce n'est pas seulement par le mode de culture suivi qu'on peut améliorer la qualité des racines récoltées. On y réussit également par le choix judicieux de la graine. Dans les études que nous avons faites sur ce sujet, il y a vingt ans, nous avons donné, M. Frémy et moi, une démonstration précise de cette notion, encore un peu vague à cette époque. Dans un même tonneau, rempli de

terre artificielle, pourvue d'engrais convenable, nous avons semé une graine appartenant à la variété Vilmorin améliorée et une autre à une race très répandue alors : la betterave à collet rose.

Les racines se développèrent à côté l'une de l'autre, soumises aux mêmes conditions climatériques, puisant leurs aliments dans le même sol, entre-croisant, pour ainsi dire, leur chevelu ; et cependant, à la récolte, on trouva 16 de sucre dans la Vilmorin et 8 dans la Collet-Rose. Visiblement, les fabricants auraient eu grand intérêt à ne recevoir que des racines Vilmorin, mais les cultivateurs se refusaient à les semer, car cette race très sucrée est peu prolifique. Au lieu de recueillir 40 ou 50 tonnes de racines à l'hectare, ils en auraient obtenu 20 ou 25 tonnes qui, au prix de 20 francs la tonne, ne payaient plus leurs frais de culture.

Ces rivalités d'intérêt entre les cultivateurs et les fabricants, les discussions acerbes qui s'élevaient au moment du renouvellement des marchés et pendant leur exécution, exerçaient une influence néfaste sur l'industrie sucrière. Loin de progresser, elle périclitait ; le nombre des fabriques tombait de 539 en travail pendant l'année 1876, à 449 en 1884 ; et tandis qu'en 1874, qui avait été particulièrement favorable, on avait produit 450,000 tonnes de sucre, on n'en obtenait plus que 316,000 en 1884.

Il y a vingt ans, nous occupions en Europe le premier rang dans la fabrication du sucre; rapidement nous sommes tombés au quatrième. L'Autriche-Hongrie qui, en 1874, était restée à 222,000 tonnes, s'élevait en 1884 à 557,000; l'Allemagne passait en dix ans de 256,000 tonnes à 1,154,000. Ce rapide développement n'était pas dû seulement à une meilleure culture, peut-être à un climat plus favorable, à un outillage plus perfectionné, mais surtout aux faveurs que les gouvernements avaient accordées à cette industrie. Tandis que chez nous l'impôt continuait à être perçu sur le sucre achevé et qu'aucune partie des grosses sommes encaissées par le Trésor n'était attribuée aux producteurs de la matière imposée, chez nos rivaux le fisc permettait aux fabricants d'en garder une partie et, grâce à ces subventions déguisées, leur industrie avait fait de rapides progrès.

On comprend très bien les hésitations des pouvoirs publics français devant la situation que créait la production excessive de l'Allemagne. Fallait-il laisser périr une industrie qui était née et qui s'était développée en France (sa mort aurait rapidement suivi la non-intervention de l'État)? Fallait-il, au contraire, soutenir la sucrerie française en lui abandonnant, comme on l'avait fait en Allemagne, une partie de l'impôt? Ne risquait-on pas, en agissant ainsi, de surexciter la production et de voir le marché s'effondrer sous le poids des

quantités fabriquées, non plus seulement pour subvenir aux besoins de la consommation, mais pour encaisser la part d'impôt qu'on abandonnait aux fabricants ?

Ce fut le dernier avis qui prévalut. La loi de 1884 fut votée.

II. — LOI DE 1884, SES EFFETS.

Cette loi reportait l'impôt, du sucre achevé à la betterave mise en œuvre. Elle prévoyait que quelques fabriques, encore mal outillées, ne se risqueraient pas à accepter cette nouvelle disposition. Elle leur accordait un *déchet de fabrication* de 8 pour 100. En d'autres termes, quand ces usines mettaient en vente 100 kilogrammes de sucre, on ne percevait l'impôt que sur 92 kilogrammes, on l'abandonnait au fabricant sur les 8 autres (1). Pour les usines qui en firent la demande, l'impôt porta sur la betterave ; il fut calculé d'après le poids de sucre qu'on supposait pouvoir extraire de chaque tonne de racines mise en œuvre.

Or, au moment de la discussion, on exagéra systématiquement toutes les difficultés : la pro-

(1) Cette convention a été modifiée plus tard. On a accordé un déchet de fabrication de 15 pour 100, mais en frappant ce déchet du droit de 30 francs par 100 kilogrammes.

duction de la betterave riche, disait-on, était impossible en France; notre climat ne permettait pas de l'obtenir; on ne pouvait vaincre la routine des paysans, habitués à cultiver des betteraves de mauvaise qualité. Ébranlés par ces clameurs intéressées, les membres du parlement votèrent des dispositions, extrêmement favorables à la fabrication.

On supposa que d'une tonne de betteraves mise en œuvre, on ne pouvait extraire que 60 kilogrammes de sucre en raffiné et, comme ce sucre doit payer 60 francs par 100 kilogrammes, le fabricant devait verser 36 francs par tonne de betteraves pénétrant à l'usine. S'il ne tirait de la tonne que 60 kilogrammes de sucre, la loi nouvelle n'avait pour lui aucun avantage; s'il n'en extrayait que 40 kilogrammes, sa perte était considérable; mais, si, traitant habilement de bonnes racines, il en tirait 80, 90 ou 100 kilogrammes de sucre, il réalisait de gros bénéfices. En effet, le sucre obtenu *en excès* sur les 60 kilogrammes imposés n'était plus vendu 40 ou 45 francs (prix auquel les sucreries vendaient le quintal à cette époque), mais bien 100 ou 105 francs; car les 60 francs d'impôt sur les *excédents* étaient perçus par le fabricant lui-même. En lui accordant la totalité de l'impôt sur les excédents, la loi l'encourageait à perfectionner son outillage, de façon à extraire des racines une très forte fraction du sucre qu'elles renferment; elle le

contraignait en outre à ne traiter que des betteraves riches en sucre.

Il fallut intéresser les cultivateurs à les produire, abandonner enfin l'achat à prix fixe, source de toutes les difficultés, pour en arriver à la seule base rationnelle des marchés : à l'acquisition à prix variable avec la richesse. Ainsi qu'il a été dit déjà, la détermination de cette richesse est très facile, elle s'appuie sur la densité du jus extrait des racines.

On y emploie un aéromètre à poids constant. Toutes les personnes qui ont suivi un cours de physique élémentaire connaissent ce petit instrument, en usage dans toutes les transactions sur les liquides, dont la valeur varie avec la densité. Un tube de verre, lesté à sa partie inférieure par du mercure ou du plomb, porte à son extrémité supérieure une tige graduée en parties d'égales longueurs ; on procède par tâtonnements dans le lestage de l'appareil, de façon qu'il plonge presque complètement dans l'eau distillée, et l'on marque zéro à ce point d'affleurement, et 10°, à la base de la tige, au point où elle affleure dans un liquide, rendu plus dense par l'adjonction de sel ou d'acide sulfurique et dans lequel l'appareil type, gradué d'après les indications de Gay-Lussac, marque également 10 degrés.

Les appareils les plus employés sont ainsi gradués par comparaison. L'expérience a montré

que la densité du jus, provenant du râpage des betteraves, augmente de 1° environ pour 2 centièmes de sucre contenu dans le jus; c'est-à-dire que si l'aéromètre marque 5°, le jus renfermera 10 centièmes de sucre. Quand on atteint les densités élevées, la quantité de sucre croît plus vite que les indications de l'aéromètre; quand il marque dans un liquide sucré 8°, ce liquide renferme non pas 16 centièmes de sucre, mais plus de 17.

Cette rapide détermination sert de base aux transactions; on convient, par exemple, que la tonne de betteraves dont le jus marquera 7° sera payée 25 francs, et en outre que le prix augmentera de 0 fr. 75 par dixième de degré; de telle sorte que si le jus des betteraves d'une livraison marque 8°, la tonne sera payée 25 francs plus 7 fr. 50, ou 32 fr. 50; la convention porte également que le prix baissera de 0 fr. 75 par dixième de degré au-dessous de 7°, c'est-à-dire qu'une tonne de racines ne sera payée que 18 fr. 50, si le jus qui en provient ne marque que 6°.

Les cultivateurs, intéressés à conduire à la sucrerie des betteraves riches en sucre, les obtinrent dès la première année. Ils s'étaient refusés à les produire jusqu'alors, parce qu'ils n'y trouvaient aucun avantage. Avec des fumures moyennes, ces betteraves riches ne fournissent en effet que des rendements médiocres: 25 tonnes à l'hectare.

Cependant, quand on enfouit dans le sol 40 tonnes de fumier et des superphosphates à l'automne, puis qu'on ajoute du nitrate de soude au printemps, on atteint des récoltes de 40,000 kilogrammes ; on les dépasse même dans les plaines fertiles du Nord et du Pas-de-Calais.

La condition essentielle pour obtenir des racines riches en sucre, celle qui domine toutes les autres, nous l'avons dit déjà, c'est le choix judicieux de la graine. Or, cette graine productrice de betteraves chargées de sucre, on la possède depuis longtemps ; elle a été obtenue, par Louis Vilmorin, dès 1846. Il a d'abord fait choix, dans un lot de betteraves de Silésie, de racines bien conformées, coniques, allongées, d'une seule venue, sans prolongements fourchus ; puis, à l'aide d'une sonde, il a extrait de ces racines, ce qu'on peut faire sans nuire à leur vitalité, de petits cylindres charnus pour les soumettre à l'analyse. Rejetant toutes les racines peu chargées de sucre, il conserva au contraire les plus riches, pour les planter au printemps ; elles se couvrent de rameaux, fleurissent en juin, et en août on récolte des graines. Celles-ci sont semées au printemps suivant ; on ne conserve encore comme porte-graines que les betteraves qui présentent une forme parfaite et une haute teneur en sucre. On conçoit que, par cette méthode, appliquée pendant une longue suite d'années, on ait réussi à obtenir une race remar-

quable par ses qualités sucrières ; elle est connue sous le nom de *Vilmorin améliorée*. Fibreuse, d'une structure serrée, ne présentant, entre ses anneaux de tissu fibreux, que de minces zones de tissu cellulaire, la Vilmorin, grâce à son réseau rigide, supporte les fortes fumures sans atteindre les énormes dimensions des betteraves fourragères et sans perdre ses qualités sucrières.

Si bien fixée que soit cette race, elle ne se maintient que par une sélection sévère des porte-graines. Leur analyse est toujours nécessaire. Si on se borne à choisir comme betteraves mères des racines de bonne apparence, sans déterminer leur teneur en sucre, très vite la race dégénère. Les graines, issues de ces sujets choisis seulement d'après leur forme, ne produisent plus que des racines de médiocre qualité.

Il est facile d'en saisir la raison : les insectes ailés qui butinent d'une fleur à l'autre sont de puissants agents de métissage. Ils portent le pollen d'une variété sur les pistils d'une autre et si, dans le voisinage des porte-graines Vilmorin, ils trouvent d'autres betteraves, des croisements s'établissent et les graines ne donnent plus que des racines qui, tout en conservant un bon aspect, ont perdu leur richesse.

La conservation d'une bonne race exige donc un travail incessant ; dans les établissements où sont cultivés les porte-graines on dispose des

appareils qui permettent de faire très rapidement le sondage, puis l'analyse des betteraves. On ne conserve naturellement comme reproductrices que celles qui présentent une grande richesse, et quand on en a obtenu les graines, avant de les mettre en vente, on en sème un petit nombre afin de s'assurer, par l'analyse des sujets récoltés, que tout le lot obtenu a bien conservé la richesse de la racine dont il provient.

Les procédés imaginés par Louis Vilmorin ont servi non seulement en France, mais en Autriche, en Allemagne, en Russie, pour créer des races de racines sucrières, employées aujourd'hui avec grand avantage.

On compte sur un hectare de porte-graines de betteraves de 12 à 15,000 pieds, il fournit de 1,800 à 3,000 kilogrammes de graines; une racine ne produit donc que 150 à 200 grammes de graines et on conçoit combien il serait intéressant, quand on possède quelques sujets d'élite, d'en obtenir un poids de graines plus considérable. On a essayé dans ces dernières années de multiplier la production des betteraves de qualité supérieure, par des boutures et des greffes; les procédés à l'aide desquels on réussit ces opérations ne sont pas divulgués, mais on assure que leur emploi permet d'obtenir des sujets de choix, un poids de graines très supérieur à celui qu'on récolte par la méthode ordinaire. Dans un champ bien travaillé, fumé

copieusement, on a semé, en lignes espacées de 35 à 40 centimètres, de bonnes graines; on a *démarié* régulièrement, ne laissant qu'une racine tous les 25 ou tous les 30 centimètres, de façon à en garder environ 10 au mètre carré. Est-on sûr d'obtenir une bonne récolte? Hélas! non. Je ne sais si beaucoup de planteurs de betteraves connaissent le mélancolique proverbe: « Entre la coupe et les lèvres il y a place pour un malheur. » S'ils le connaissent ils peuvent le modifier, pour en faire l'application à leur métier. « Entre le semis et l'arrachage, il y a place pour un échec. »

C'est tout d'abord la légion des insectes qui entre en guerre ; les vers blancs, issus des hannetons, dévorent les jeunes racines immédiatement après la levée, les taupins qui pullulent dans les prairies défrichées, les nématodes, les anguillules exercent leurs ravages. Puis les intempéries: la gelée du printemps qui force à recommencer les semailles ; la sécheresse qui, en mai, empêche la levée, en juillet, aplatit sur le sol crevassé les feuilles mal abreuvées ; les pluies prolongées d'automne qui abaissent la qualité. On sait quelle énorme quantité d'eau a déversé sur le nord de la France l'automne de 1896 ; les pluies continuelles ont exercé une influence déplorable sur la teneur en sucre des betteraves ; en beaucoup d'endroits les jus, au lieu de marquer 8° comme en 1895, n'en accusaient guère que 6, de telle sorte que la

tonne de betteraves est tombée à des prix ruineux : de 15 à 18 francs.

Si, depuis le vote de la loi de 1884, il y a eu de mauvaises années, d'autres au contraire ont été très favorables. Au début, quand on abandonnait aux *excédents* la totalité de l'impôt, les fabricants ont réalisé de beaux bénéfices. Pour en avoir leur part, de nouvelles usines se sont montées, et bien que peu à peu le Trésor ait diminué ses faveurs, qu'il ait restreint à la moitié de l'impôt de consommation la part attribuée à ces excédents, qu'il ait même limité ces excédents, l'élan était donné. En 1890-91, nous dépassions 600,000 tonnes de sucre, et nous atteignions presque 800,000 en 1894-95.

Nous discuterons un peu plus loin la situation très difficile qu'a créée cette production exagérée, surpassant de beaucoup notre consommation, que restreint l'élévation de l'impôt; mais, avant d'aborder ce sujet délicat, il convient d'indiquer brièvement comment est traitée, dans les usines, la betterave à sucre.

III. — FABRICATION DU SUCRE.

Quand, à la fin de septembre, les betteraves étalent leurs feuilles sur le sol, on dit qu'elles sont mûres et on procède à l'arrachage. Dans les terres fortes, il est pénible ; on ne réussit pas à extraire les betteraves bien encastrées dans le sol

si on se borne à faire effort sur les feuilles, il faut soulever la betterave avec une fourche, pour que les femmes et les enfants qui suivent les ouvriers n'aient qu'à la relever. Parfois, on fait usage d'instruments attelés qui découpent les bandes de terre, puis les renversent avec les racines ; d'autres appareils, travaillant dans la ligne même, soulèvent les betteraves, qu'on extrait ensuite sans efforts. Quel que soit le mode d'arrachage employé, il faut, aussitôt que les racines sont sorties de terre, les préparer pour la livraison ; les femmes et les enfants, armés de couteaux, coupent d'une part la partie effilée de la betterave et de l'autre le *collet* garni de feuilles. On dispose les racines en tas voisins des chemins, et on les couvre d'une épaisse couche de feuilles et de collets, pour les préserver de la gelée.

Si ces opérations s'accomplissent aisément pendant les années sèches, elles sont très pénibles, quand l'automne est humide ; les ouvriers piétinent dans les terres détrempées, leurs mains s'engourdissent à saisir les racines froides et mouillées ; les chariots s'embourbent et parfois il faut arrêter l'arrachage pendant quelques jours. On ne consent d'ailleurs à retarder les opérations que lorsqu'il est absolument impossible de continuer, car si on se laissait surprendre par une gelée précoce, la récolte serait absolument perdue ; en outre, très souvent dans notre région septen-

trionale, le blé succédant à la betterave, il importe de débarrasser le sol le plus rapidement possible, pour procéder aux semailles.

Voici les betteraves sur la route, il faut les faire arriver à l'usine, et c'est là une source de grosses dépenses qu'on s'efforce de réduire. Des fabriques bien situées construisent à leurs frais de petits tronçons de chemins de fer qui amènent les wagons chargés jusque dans leurs cours. Pour faciliter les approvisionnements, elles établissent le long de la ligne des cabanes, abritant les bascules sur lesquelles on pèse les chariots, dont le contenu passe immédiatement dans les wagons. Une usine de l'Oise, qui se trouvait trop éloignée d'une ligne de chemin de fer pour se raccorder aisément aux fermes productrices de racines, a imaginé un transport aérien : un fil sans fin, portant des caisses en tôle qu'on remplit de betteraves, est soutenu à trois ou quatre mètres au-dessus du sol, par de nombreux poteaux; une machine à vapeur lui donne un mouvement continu, les caisses régulièrement attirées déversent dans l'usine leur chargement, puis, s'en retournent à vide pour en recevoir un nouveau. Une autre disposition, très en faveur, il y a une trentaine d'années, consistait à diviser le travail entre une usine centrale et des établissements moins importants rayonnant tout autour d'elle, destinés seulement à la préparation des liquides sucrés ; ces *râperies*

envoyaient, par des tubes souterrains, leurs jus à l'usine centrale, qui terminait le traitement.

Aussitôt qu'un chariot se présente pour faire une livraison on y prélève, immédiatement après la pesée, un échantillon qui servira à établir la valeur de cette livraison. Cette valeur découle du poids réel de betteraves apportées et de leur teneur en sucre. Pendant les années humides les racines entraînent au moment de l'arrachage des quantités de terre considérables, dont le poids doit être défalqué de celui qu'a marqué la bascule; en lavant les racines, on enlève la terre, et il est facile d'établir le poids des racines amenées; pour savoir à quel prix elles seront comptées, on en râpe quelques-unes; par pression on obtient le jus dans lequel on plonge le densimètre, on lit le point d'affleurement; on a ainsi la densité du jus, base du règlement.

Les livraisons se succèdent rapidement pendant le mois d'octobre, on les emmagasine dans de longs fossés, dans des silos, où elles sont couvertes d'une épaisse couche de terre pour les préserver de la gelée. L'essentiel est de les soustraire à l'humidité; si l'eau pénètre dans le silo, les betteraves végètent, forment des pousses nouvelles aux dépens du sucre qu'elles renferment; elles s'appauvrissent et leur traitement ne donne plus les *excédents* qui, au prix actuel du sucre, sont la seule source de bénéfice.

Le traitement des betteraves, qu'elles sortent des silos ou des chariots, commence toujours par un lavage, qui a pour but de leur enlever la terre qu'elles ont entraînée au moment de l'arrachage. On fait tomber les racines dans un grand bac rempli d'eau, où se meut un arbre hérissé de fiches de bois disposées en hélice ; les betteraves entraînées par le mouvement de l'arbre se frottent les unes contre les autres, elles se débarrassent de la terre qu'elles avaient retenue jusqu'alors et sortent du laveur nettes et prêtes à passer au compteur de la régie. C'est sur les indications de cet appareil qu'est perçu l'impôt ; il faut donc qu'il enregistre automatiquement chacune des charges de 500 kilogrammes qu'il reçoit successivement, sans laisser aucune place aux complaisances intéressées des agents de l'administration ; les appareils aujourd'hui employés fonctionnent régulièrement et donnent exactement le poids des racines mises en œuvre.

Pendant longtemps, on a réduit les racines en une pulpe impalpable qui était ensuite soumise à l'action de presses hydrauliques. Le jus extrait par leur puissant effort ne renfermait pas la totalité du sucre contenu dans les betteraves, et ce procédé est aujourd'hui abandonné. Les coupe-racines employés maintenant débitent les betteraves en minces rubans, en cossettes, qui sont immédiatement conduites aux cuves de diffusion.

Deux liquides, inégalement chargés d'une matière soluble, séparés par une paroi inerte, tendent à prendre la même composition ; la matière soluble de la dissolution concentrée se diffuse au travers de la paroi et se répand dans la dissolution étendue jusqu'à ce que l'équilibre soit établi. La méthode à employer pour épuiser les cossettes du sucre qu'elles renferment repose sur ces lois de la diffusion. On procède à un lavage méthodique : si d'une part des cossettes très appauvries par plusieurs lavages successifs reçoivent de l'eau pure, elles lui abandonneront les dernières traces de sucre qu'elles renferment encore, tandis que si on fait arriver des liquides, déjà chargés du sucre emprunté à des cossettes de plus en plus riches, sur des cossettes neuves, elles lui céderont encore une partie du sucre qu'elles renferment, puisque la dissolution dans leurs cellules est plus chargée que le liquide extérieur.

Le lavage des cossettes a lieu dans la batterie de diffusion, elle est formée de vases rangés à côté les uns des autres, pour que le passage des liquides de l'un à l'autre soit aisé ; entre les cuves qui reçoivent les chargements de cossettes sont placés de petits cylindres réchauffeurs, renfermant un serpentin à circulation de vapeur, où les liquides, refroidis par le contact des betteraves, retrouvent une température favorable à l'épuisement.

Bien que, par la diffusion, on obtienne des liquides beaucoup moins chargés de matières solubles étrangères au sucre, que les jus noirs qui s'écoulaient naguère des presses hydrauliques, ces liquides sont cependant encore trop impurs, pour qu'il ne soit pas nécessaire de les traiter avant de les conduire aux appareils d'évaporation.

On clarifie les liquides sucrés par l'action successive de la chaux et de l'acide carbonique, préparés l'un et l'autre dans les fours qui font partie intégrante de toutes les sucreries. Ces fours à chaux présentent intérieurement la forme de deux troncs de cône réunis par leur grande base; un foyer extérieur envoie sa flamme sur le calcaire introduit par la partie supérieure; la chaleur sépare la chaux de l'acide carbonique, et tandis que la chaux s'écoule par la partie inférieure, l'acide carbonique qui s'élève dans le four est appelé par une pompe, puis repoussé dans un laveur, où il perd : l'acide sulfureux provenant de la combustion de la houille, les poussières qu'il a entraînées, et en sort assez pur pour être dirigé vers les cuves de carbonatation.

La purification des jus par l'action successive de la chaux et de l'acide carbonique commence par l'addition aux liquides sortant de la diffusion, de chaux délayée dans l'eau, mélange qui, à cause de sa blancheur, est désigné sous le nom de lait de chaux; cette chaux entre en combinaisons avec

quelques-unes des matières solubles entraînées pendant la diffusion, mais ces combinaisons resteraient flottantes et le liquide ne serait pas limpide, si on n'y envoyait, à l'aide d'un tube percé d'un grand nombre de petits orifices, l'acide carbonique provenant du laveur, où il s'est purifié après sa sortie du four à chaux.

Cette première carbonatation se fait dans des cuves spéciales; l'acide carbonique précipite la chaux libre et ce précipité, extrêmement fin, se produisant au sein du liquide, forme comme un réseau à mailles très serrées qui entraîne toutes les matières restées jusqu'alors en suspension. On décante ces liquides clairs avant d'avoir épuisé l'action de l'acide carbonique sur la chaux libre; en soustrayant à l'action de l'acide carbonique le précipité formé d'abord, on évite qu'il ne se redissolve. Le reste de la chaux ayant été séparé par une seconde carbonatation, on a maintenant des liquides assez clairs pour être conduits aux appareils d'évaporation, sans qu'il soit besoin de les décolorer sur des filtres à noir animal.

Les boues calcaires provenant des carbonatations sont imprégnées de jus sucré, qu'il faut en extraire. On y réussit à l'aide d'appareils spéciaux nommés *filtres-presses*. Ce sont des sortes de sacs en toile, maintenus rigides par des tôles percées de trous; on y fait arriver les boues calcaires sous pression, les liquides filtrent au travers des toiles,

tandis que le carbonate de chaux forme, contre les parois, des gâteaux qui portent le nom d'*écumes de défécation.*

Que les liquides proviennent des bacs de seconde carbonatation ou des filtres-presses, ils renferment du sucre dilué dans une énorme quantité d'eau qu'il faut évaporer. On a renoncé depuis longtemps à l'évaporation à l'air libre et à feu nu ; le sucre est une matière délicate qui s'altère aussitôt qu'il subit une légère élévation de température. Pour l'éviter, on évapore à basse pression en utilisant la vapeur comme source de chaleur. Tout le monde sait qu'un liquide bout à une température d'autant plus basse que la pression qu'il supporte est plus faible ; si on fait le vide au-dessus d'une couche d'eau tiède, on la voit entrer en ébullition. On sait encore que, lorsque de la vapeur d'eau se condense à l'état liquide, elle abandonne la très grande quantité de chaleur qui a servi à la volatiliser et que c'est par suite un excellent moyen d'échauffer un liquide, que d'y envoyer un courant de vapeur.

Ces connaissances ont été utilisées de la façon la plus ingénieuse dans les appareils d'évaporation des jus sucrés ; ils passent d'abord dans les chaudières à *triple effet,* avant d'arriver à la chaudière à cuire.

Trois grandes chaudières métalliques, assez résistantes pour ne pas s'écraser sous l'effort de

la pression atmosphérique quand on y fait le vide, sont disposées à côté les unes des autres; elles ont fréquemment 3 mètres de haut et de 1 mètre 25 à 1 mètre 50 de diamètre horizontal. Au tiers inférieur de leur hauteur, elles portent une plaque de bronze, qui est liée à une autre plaque toute semblable placée à un mètre au-dessous, par une série de tubes verticaux, de telle sorte que les liquides passent de la partie supérieure au bas de la chaudière, sans entraves.

L'espace que laissent entre eux ces nombreux tubes est désigné sous le nom de chambre de chauffe; on y fait arriver de la vapeur d'eau qui, agissant sur l'énorme surface que lui offrent les tubes, échauffe le liquide sucré jusqu'à 93 degrés, température suffisante pour déterminer son ébullition, car, à l'aide d'une pompe à air on réduit la pression, dans cette première chaudière, à 60 centimètres de mercure.

La vapeur émise par l'ébullition du liquide qu'elle renferme est envoyée dans la chambre de chauffe de la deuxième chaudière, elle porte la température du liquide à 85 degrés, qui suffisent pour le faire bouillir, car la pression n'est plus que de 30 centimètres de mercure.

Dans la troisième chaudière, on fait un vide presque complet; la colonne de mercure descend à 5 ou 6 centimètres et la température d'ébullition à 50 ou 55 degrés. L'expression de *triple effet* rend

très bien compte de l'utilisation de la chaleur transmise par la vapeur venant du générateur de l'usine. Cette chaleur vaporise le liquide sucré de la première chaudière, la vapeur émise échauffe le liquide de la seconde chaudière, et la vapeur, engendrée par cet échauffement, répandue dans la chambre de chauffe de la troisième chaudière, détermine enfin l'ébullition du jus qui s'y trouve.

Les liquides passent successivement de la première chaudière à la seconde, puis à la troisième ; on abaisse leur point d'ébullition à mesure que, devenant plus concentrés, ils sont aussi plus altérables. A la sortie du triple-effet, le jus sucré mérite le nom de sirop; il est conduit à la chaudière *à cuire*.

Les dimensions de celle-ci sont analogues à celles des chaudières à triple effet; le métal doit avoir une résistance considérable, car on fait dans cette chaudière un vide presque complet; les liquides y sont chauffés à l'aide de trois serpentins superposés, indépendants, dans lesquels circule la vapeur. Il est nécessaire de voir l'intérieur de la chaudière; aussi porte-t-elle des glaces solidement encastrées dans une monture de cuivre et placées aux extrémités d'un même diamètre. Quand on a fait le vide, on introduit par un tuyau du sirop filtré jusqu'à ce que le premier serpentin soit recouvert, et on y fait arriver la vapeur. Le cuiseur, qui est un ouvrier de choix, suit de l'œil

l'ébullition tumultueuse du liquide; quand il y voit apparaître les petits cristaux de sucre, il appelle une nouvelle quantité de sirop, mais il ne l'introduit que lentement, de façon à ne pas redissoudre les cristaux déjà formés; quand le liquide recouvre le second serpentin, on y introduit de la vapeur; on procède de même pour l'introduction du liquide qui doit submerger le troisième serpentin; on cesse alors l'introduction du liquide et on continue l'évaporation, on *serre la cuite;* quand on juge que l'évaporation est assez avancée, on rend l'air et on coule dans des bacs, où la cuite se refroidit.

La *masse cuite* est formée de petits cristaux imprégnés du liquide saturé de sucre dans lequel ils ont pris naissance; on les sépare de ce liquide par une méthode très ingénieuse en mettant en jeu la force centrifuge.

La turbine, employée pour séparer les cristaux de sucre, est essentiellement formée de deux cylindres concentriques, d'un mètre de hauteur environ; le cylindre extérieur est plein, tandis que le second est au contraire formé d'une toile métallique à mailles très serrées. C'est dans cette toile qu'on verse la masse cuite bien refroidie; quand la charge est suffisante, on imprime à tout l'appareil, à l'aide d'engrenages, un mouvement de rotation très rapide; entraînée par la force centrifuge, cette masse visqueuse vient se coller contre la toile métallique; l'opération est terminée en quel-

ques instants: tandis que le liquide traverse les mailles de la toile et, violemment projeté contre la paroi pleine du cylindre extérieur, descend jusqu'à une rigole inférieure et s'écoule en dehors, les cristaux apparaissent blancs, secs, brillants dans l'intérieur de la turbine; on arrête son mouvement; le sucre est achevé, on en remplit de gros sacs de toile, qu'on complète à 100 kilogrammes. Le liquide, saturé du sucre recueilli dans la turbine, est évaporé de nouveau; puis, abandonné au repos à la température de 50 degrés environ, il laisse déposer des cristaux de sucre dits de second jet; ils sont séparés par la turbine du liquide qui les baigne; celui-ci subit une nouvelle cuisson et donne le sucre de troisième jet. Le résidu liquide, incapable de donner du sucre sans traitement spécial, constitue la mélasse. De nouveaux perfectionnements ont au reste, simplifié ce travail et permettent de séparer du premier coup tout le sucre cristallisable de la mélasse.

Le sucre obtenu dans les divers traitements que nous venons de décrire forme de petits cristaux durs, brillants, qui n'entrent que pour une faible part dans la consommation; il subit un nouveau traitement dans les raffineries, il y est redissous, puis soumis à une cristallisation confuse; il apparaît enfin sous cette forme de gros pains, connus de tout le monde.

IV. — LES RÉSIDUS. — MÉLASSE. — ÉCUMES. — PULPES.

La grande industrie que nous venons de décrire est intéressante non seulement par son produit principal : le sucre, mais aussi par ses résidus.

Parmi eux, au premier rang : la mélasse, qui renferme à peu près la moitié de son poids de sucre ; sa cristallisation est complètement entravée par les impuretés organiques et salines, avec lesquelles il est mélangé. Tous les éléments solubles contenus dans la betterave se sont dissous dans l'eau des appareils de diffusion ; quelques-uns ont été précipités par la chaux, le sucre a été séparé par des cristallisations successives, mais les sels de potasse et de soude, les matières organiques extractives ont persisté en dissolution et se retrouvent dans la mélasse.

Quand le sucre est à bas prix, son extraction de la mélasse n'est pas avantageuse, les frais de l'opération dépasseraient la valeur du produit obtenu, et dans ces conditions, les mélasses sont employées à la fabrication de l'alcool ; nous avons décrit déjà cette transformation et il est inutile d'y revenir.

Quand, au contraire, le sucre est à un prix

élevé, quand surtout on recherche les excédents, il peut être lucratif d'extraire le sucre des mélasses ; on y a employé bien des procédés différents ; nous n'en rappellerons qu'un seul, imaginé par Dubrunfaut, le célèbre industriel qui a si puissamment contribué aux perfectionnements successifs de l'industrie sucrière.

On appelle dialyseur dans les laboratoires une sorte de vase en verre, de faible hauteur, dont le fond est remplacé par une feuille de papier, très fortement serrée sur le bord inférieur de l'appareil, à l'aide d'une cordelette. Le papier employé, dit *parchemin,* est tout simplement du papier à écrire ordinaire qu'on a trempé un instant dans l'acide sulfurique dilué, puis lavé à grande eau. Si dans ce dialyseur on met une dissolution de gomme et de sucre, puis qu'on pose le dialyseur dans un vase, de façon que la face inférieure du papier soit baignée par de l'eau pure, on voit celle-ci pénétrer dans le dialyseur comme dans l'expérience fondamentale de Dutrochet sur l'*osmose*. On reconnaît d'autre part que le sucre, suivant un mouvement inverse, s'est diffusé au travers du papier, s'est répandu dans l'eau, tandis que la gomme n'a pas pu traverser. Toutes les matières solubles ne sont pas également dialysables : si le sucre l'est beaucoup plus que la gomme, les sels qui existent dans la mélasse le sont plus que le sucre lui-même, et en s'appuyant sur cette

notion, on conçoit, sans qu'il soit nécessaire d'entrer dans la description détaillée des appareils, que si l'on fait passer lentement un courant de mélasse sur l'une des faces d'un papier parchemin dont l'autre face est baignée par de l'eau pure, cette eau se chargera de plus de sels que de sucre, et que la mélasse, ayant perdu une fraction importante des sels et des matières organiques non colloïdales, qui entravaient la cristallisation du sucre, pourra, ayant été ainsi *osmosée,* fournir, après évaporation, des cristaux de sucre.

On se rappelle qu'on purifie les jus sucrés sortant des appareils à diffusion à l'aide d'un lait de chaux, qui est ensuite précipité par un courant d'acide carbonique, et que les boues calcaires provenant de cette précipitation passent aux filtres-presses, pour y perdre le jus sucré qu'elles avaient entraîné. Ces *écumes de défécation* sont employées comme amendement avec grand avantage dans les terres fortes; leur analyse décèle : de petites quantités de matières azotées précipitées par la chaux, et de l'acide phosphorique dont les faibles proportions ne contribuent que peu à la valeur des écumes ; elle est due surtout au carbonate de chaux très divisé, qui en forme la masse presque entière.

Les terres fortes sont peu perméables à l'eau; on les cultive en billons, on ménage à l'eau qui ne s'infiltre que difficilement un écoulement su-

perficiel en y traçant des rigoles; la cause de cette imperméabilité est due à l'argile, abondante, dans les terres fortes, qui se délaie facilement dans l'eau, est entraînée dans les petits interstices de la terre, s'y dépose et forme une sorte de boue imperméable; la terre reste gorgée d'eau, les phénomènes d'oxydation cessent de s'y produire, les racines des plantes ne sont plus aérées convenablement, tous les travaux sont retardés; la culture devient très difficile. Or, cette argile cesse de se délayer, d'être entraînée par l'eau, quand celle-ci est légèrement chargée d'un sel de chaux.

Parmi les influences heureuses qu'exercent le chaulage ou le marnage des terres, la coagulation de l'argile, en assurant la perméabilité de la terre, est une des plus importantes. Si l'on dispose dans les entonnoirs deux lots de la même terre argileuse, mais que l'un seulement ait reçu d'abord une petite quantité de chaux, on voit l'eau qu'on y ajoute filtrer aisément, tandis qu'elle forme une nappe à la surface de la terre non chaulée, sans pouvoir la traverser. Le calcaire toutefois n'est efficace qu'autant qu'il est intimement mêlé au sol, qu'il y est incorporé. Ce mélange n'est possible que si la matière ajoutée est pulvérulente; c'est parce que la marne se délite aisément à l'air humide, qu'elle est employée depuis un temps immémorial. Quand elle fait défaut, on est contraint de calciner les calcaires destinés aux usages

agricoles ; on en fait de la chaux vive qui, éteinte par un arrosage, se réduit en une poudre si fine qu'elle est désignée sous le nom de farine de chaux. Elle peut dès lors, aussi bien et mieux que la marne, être incorporée au sol. Or, les écumes de défécation, formées par la précipitation des laits de chaux par l'acide carbonique, sont pulvérulentes comme la farine de chaux, se mélangent aisément à la terre et s'y dissolvent dans l'eau chargée d'acide carbonique ; elles sont donc très efficaces pour modifier heureusement les sols argileux, aussi voit-on les chariots qui ont porté des racines aux usines, rentrer à la ferme chargés d'écumes ; conduites aux champs, et d'abord distribuées en petits tas régulièrement espacés, elles sont ensuite étendues sur le sol pour être enfouies par les labours.

De tous les résidus de la fabrication du sucre, la pulpe est de beaucoup le plus utile ; c'est à elle qu'est due la prospérité des pays où l'on cultive la betterave. L'eau chaude, qui agit sur les cossettes dans les diffuseurs, modifie profondément les matières albuminoïdes, elle les coagule, les insolubilise, et la plus grande partie des matières azotées de la betterave se retrouve dans les pulpes ; quelque parfait que soit l'épuisement, elles retiennent encore 1 centième de sucre ; leur cellulose est devenue assimilable, et bien qu'elles soient très aqueuses, elles constituent un excel-

lent aliment pour le bétail, car on corrige cet excès d'humidité, soit en les soumettant à l'action de la presse, soit en les mélangeant avec des matières sèches : menues pailles, ou balles de blé et d'avoine, de façon à en faire une ration ne présentant plus qu'un degré d'hydratation favorable.

Les pulpes sont naturellement mises à la disposition des cultivateurs pendant la fabrication, qui dure trois mois : d'octobre à décembre. On les conserve aisément et elles servent à l'alimentation du bétail d'engrais pendant tout l'hiver ; on creuse à portée de la ferme une longue tranchée, un silo, dans lequel les pulpes sont entassées; on les recouvre de paille, puis d'une épaisse couche de terre, afin de les préserver de la gelée.

Elles éprouvent pendant leur séjour dans le silo un mouvement de fermentation; la petite quantité de sucre qu'elles renferment encore se détruit et forme l'acide butyrique, l'acide du beurre rance, dont l'odeur singulièrement forte, nauséabonde, ne paraît pas déplaire au bétail. Il faut se garder cependant d'alimenter à la pulpe les vaches laitières, elles ne donneraient qu'un lait de mauvaise qualité.

Il arrive parfois que quelques-uns des ferments qui pullulent dans les pulpes soient nocifs ; leur accumulation dans les parties inférieures des pulpes conservées dans des silos maçonnés, occasionne parfois des accidents ; on s'en gare par

une addition de sel ordinaire et surtout en assurant l'écoulement des liquides, qui suintent de la masse ensilée.

On convient généralement que les cultivateurs fournisseurs de betteraves recevront en pulpes le tiers du poids de racines livrées; ils acquièrent ces pulpes au prix de 5 francs la tonne, environ.

C'est grâce aux résidus de ses fabriques de sucre et d'alcool, que l'Allemagne a pu, depuis plusieurs années, augmenter considérablement son bétail : le nombre de ses bêtes à cornes a passé de 15 millions à 17, entre 1883 et 1893 ; ses porcs, de 9 millions à 12; le nombre de ses moutons a diminué, il est vrai, mais c'est le propre d'une agriculture en progrès de remplacer les moutons, qui exigent de grands parcours, par les espèces bovine ou porcine, qui vivent en stabulation.

V. — PRODUCTION DU SUCRE DANS LE MONDE. — LUTTE DE LA CANNE ET DE LA BETTERAVE. — BAISSE DES PRIX. — SITUATION PRÉCAIRE DE L'INDUSTRIE SUCRIÈRE.

Il y a une dizaine d'années, la quantité de sucre produite dans le monde ne dépassait pas 5 millions de tonnes, extraites en quantités à peu près égales de la canne et de la betterave; depuis cette époque, la fabrication s'est considérablement

accrue. On estime qu'en 1894-1895, elle a atteint 7,800,000 tonnes environ, pour retomber à 6,700,000 en 1895-1896 (1). La part de la betterave est devenue beaucoup plus forte depuis que la guerre qui désole Cuba y a fait tomber la production de 1 million de tonnes à 200,000. Malgré ce gros déficit, l'Amérique apporte encore sur le marché une quantité de sucre considérable; pendant la dernière campagne, le Brésil a produit 220,000 tonnes; Hawaï, qu'on peut compter comme une dépendance de l'Amérique, 160,000; la Louisiane 240,000; la République Argentine 100,000. Quant à nos Petites Antilles: la Guadeloupe a produit 45,000 tonnes et la Martinique 38,000.

En Afrique, la Réunion a donné 50,000 tonnes; elle est bien distancée par Maurice, qui atteint 150,000 tonnes; l'Égypte, qui fait de constants progrès, en est encore à 80,000 tonnes.

C'est dans l'extrême Orient que l'extraction du sucre de cannes est la plus active : les Philippines fabriquent 260,000 tonnes, et Java, qui en moins de dix ans a doublé sa production, donne 620,000. Il existe en Europe quatre gros producteurs de sucre de betteraves : l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie, la Russie et la France. La fabrication s'y est développée très inégalement. Il y a vingt ans,

(1) Tous les chiffres relatifs à la production du sucre extrait des cannes ne sont qu'approximatifs; les relevés varient d'un auteur à l'autre.

à la suite de la très bonne récolte 1874-1875 (450,000 tonnes), la France était au premier rang; pendant les années suivantes, la production des quatre pays s'égalise : ils fabriquent les uns et les autres 400,000 tonnes environ ; mais à partir de 1880, l'Allemagne dépasse ses concurrents. Sa production s'accélère prodigieusement; elle atteint pour la première fois 1 million de tonnes en 1884-1885, rétrograde pendant les années suivantes, mais depuis 1889-1890 dépasse constamment le million pour atteindre 1,800,000 tonnes en 1894-1895, redescendre à 1,600,000 en 1895-1896, et à 1,420,000 en 1896-1897. Les progrès de l'Autriche-Hongrie ont été moins rapides; elle a dépassé cependant 1 million de tonnes en 1894-1895, pour retomber à 780,000. La Russie a passé de 448,000 tonnes en 1889-1890 à 730,000 en 1895-1896. En France, pendant les campagnes qui se sont succédé de 1889-1890, jusqu'à 1895-1896, nous avons obtenu les quantités suivantes comptées en milliers de tonnes : 774, 687, 640, 550, 540, 745, 630 et enfin 590 pendant la dernière campagne.

La quantité de sucre produite dans le monde, tant par les planteurs de cannes que par les cultivateurs de betteraves, est donc énorme. Que devient-elle ?

J'ai sous les yeux un graphique sur lequel sont figurés les mouvements de la production et de la consommation du sucre, de 1869 à 1896. Les pro-

grès de la consommation sont marqués par une ligne droite, qui s'élève régulièrement d'année en année ; elle part de 2 millions de tonnes en 1869 et, sans s'écarter, atteint 5,500,000 tonnes en 1891; à cette date, elle s'infléchit un peu, ne dépasse que faiblement le nombre précédent en 1893, puis brusquement monte à 6 millions de tonnes en 1894.

Longtemps, la marche de la production affecte la même allure que celle de la consommation; mais tout à coup, pendant les dernières années, elle s'en détache et la dépasse. En effet, nous avons vu plus haut que la production excède actuellement 7 millions de tonnes.

Il y a donc en ce moment un écart considérable entre la production et la consommation ; la quantité de sucre produite dans le monde dépasse d'un million de tonnes celle qui est consommée et le stock qui s'accumule d'année en année dans les magasins, pèse sur les cours et les écrase. La baisse est formidable. Tous les grands producteurs de sucre sont exportateurs, ils se disputent les marchés et notamment le plus important de tous, celui de la Grande-Bretagne. Le sucre de betteraves y rencontre celui qui est extrait des cannes, ils sont offerts l'un et l'autre, leur abondance amène l'avilissement des prix; ceux-ci se nivellent partout.

En France, nous avons ressenti le contre-coup de cet encombrement du marché; en 1880, le

sucre de bonne sorte valait 60 francs les 100 kilogrammes, impôt non compris ; en 1883-1884, il abandonnait le cours de 50 francs, en 1889-1890 celui de 40 francs, et aujourd'hui il est tombé au-dessous de 30 francs. Ses bonnes sortes ont valu en moyenne 28 fr. 60 pendant l'année 1895, 25 fr. 75 au mois de novembre 1896 et 25 fr. 50 en février 1897.

La situation est donc très difficile. L'exportation devient une nécessité et tous les États producteurs la favorisent. Récemment, l'Allemagne a établi une prime de sortie qui aurait mis nos sucres dans un état d'infériorité manifeste, si notre Parlement n'avait accordé à nos exportateurs une prime analogue. Ce n'est là, toutefois, qu'un palliatif, car on ne saurait continuer longtemps à faire payer au contribuable français une marchandise, destinée à la consommation étrangère.

Nous sommes devant une industrie qui ne vit qu'en profitant d'une partie de l'impôt de consommation que perçoit le Trésor. La perception de cet impôt peut aussi bien porter sur des sucres coloniaux ou étrangers, que sur des sucres indigènes, et si l'État abandonne une fraction des sommes qu'il pourrait encaisser, il ne doit le faire qu'au profit de la population entière et non à celui de quelques privilégiés.

Il s'agirait donc de savoir comment cette fraction de l'impôt, accordée à la fabrication, produira

l'effet le plus utile. Si la culture de la betterave à sucre a fait la prospérité de quelques-uns de nos départements, c'est que, grâce aux pulpes qu'elle fournit, elle permet l'engraissement d'un nombreux bétail. C'est l'emploi de ces pulpes qui détermine l'accroissement de la fertilité. Il faudrait donc que la loi favorisât la production de ces pulpes. Or, actuellement, la loi de 1884 la restreint, au contraire. En faisant porter l'impôt sur la betterave mise en œuvre, elle a forcé les fabricants à demander aux cultivateurs des racines d'une grande richesse. Malgré les efforts répétés des producteurs de graines, ces betteraves sont encore peu prolifiques ; un hectare produit 25 tonnes de racines, tandis qu'en semant d'autres variétés, on en récolterait 40 ou 45 et que, par suite, il arriverait à la ferme, pendant chaque campagne, une quantité de pulpes, bien supérieure à celle qu'on obtient aujourd'hui.

La loi de 1884 a eu le grand avantage d'introduire dans les fabriques, l'achat à prix variable avec la densité. L'habitude en est prise, elle se maintiendra. On conçoit alors que, si on ramenait l'impôt, de la betterave mise en œuvre, au sucre achevé (comme on l'a fait en Allemagne depuis 1891), on pourrait employer des variétés prolifiques donnant à l'hectare plus de sucre et plus de pulpes que celles qui sont actuellement semées, sans avoir à craindre l'envahissement des sucreries

par des betteraves de basse qualité, puisque le prix de ces mauvaises racines serait tellement faible qu'il n'y aurait aucun avantage à les produire. Les betteraves de moyenne richesse pourraient être livrées aux sucreries à des prix plus bas que celui qu'atteignent aujourd'hui les racines de médiocre rendement, et le surcroît de dépenses, occasionné par le traitement d'une plus grande quantité de betteraves, serait largement compensé par la diminution du prix d'acquisition. Les primes de l'État ne se présenteraient plus que sous forme de *boni* de fabrication.

En prenant cette mesure, on améliorerait certainement la situation, sans arriver cependant à résoudre cette difficulté inextricable, née d'une production qui, surexcitée par les primes de l'État, dépasse de beaucoup chaque année les quantités consommées. Celles-ci peuvent s'accroître, il est vrai, si on réduit dans une large mesure l'impôt qui actuellement triple le prix du sucre.

Mais, qui oserait proposer aujourd'hui d'enlever au budget une recette de cent millions ?

TABLE DES MATIÈRES

Pages

AVERTISSEMENT 1

Le Blé

INTRODUCTION. 1
§ 1er — Le prix de revient de l'hectolitre de blé. 4
§ 2 — Place du blé dans l'assolement. — Jachère. — Plantes sarclées. 9
§ 3 — Préparation du grain. — Semailles. — Le blé pendant l'hiver. 18
§ 4 — Développement du blé. — Influence des fumures. — Expériences exécutées à Rothamsted, par sir J. B. Lawes et sir H. Gilbert. 26
§ 5 — Croissance. — Floraison. — Création des hybrides. — Maturation. 32
§ 6 — Abaissement des prix de revient. — Choix des variétés. — Emploi des engrais. 44
§ 7 — Nouveaux débouchés. — Le blé dans l'alimentation des animaux. — Oscillations des prix dans le passé. — Leurs causes. — Conclusion. 54

La Pomme de terre

INTRODUCTION. 61
§ 1er — Origine. — Propagation. — Travaux de Parmentier. . . . 62
§ 2 — Développement de la pomme de terre. 68
§ 3 — Culture de la pomme de terre industrielle, ou fourragère. . 80
§ 4 — Féculeries et distilleries. 88
§ 5 — Pommes de terre de primeur. 99
§ 6 — La maladie de la pomme de terre. 109
§ 7 — Lenteur des progrès agricoles. — Les professeurs départementaux d'agriculture. — Emploi de la pomme de terre à l'alimentation du bétail. 120

Betteraves fourragères et Betteraves de distillerie

INTRODUCTION. 126
§ 1er — Exigences de la betterave. — Engrais employés. 131
§ 2 — Développement de la betterave. — Accumulation du sucre dans la racine. 139
§ 3 — Betteraves fourragères. — Variétés employées. — Mode de culture. — Lutte entre la pomme de terre et la betterave. 152
§ 4 — La fabrication de l'alcool avec la betterave. — Distilleries agricoles.. 162

Betteraves à sucre

INTRODUCTION. 183
§ 1er — La culture de la betterave à sucre, jusqu'au vote de la loi de 1884. 186
§ 2 — Loi de 1884, ses effets. 201
§ 3 — Fabrication du sucre. 209
§ 4 — Les résidus. — Mélasses. — Écumes. — Pulpes. 222
§ 5 — Production du sucre dans le monde. — Lutte de la canne et de la betterave. — Baisse des prix. — Situation précaire de l'industrie sucrière. 228

CHARTRES. — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT.

CHARTRES. — IMP. DURAND, RUE FULBERT.

14 DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED
LOAN DEPT.
This book is due on the last date stamped below, or on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.

25Mar'57HK

REC'D LD
MAR 13 1957

General Library
University of California
Berkeley

LD 21-100m-6,'56
(B9311s10)476

YB 46264

14 DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED
LOAN DEPT.
This book is due on the last date stamped below, or
on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.

25Mar'57HK

REC'D LD
MAR 13 1957

General Library
University of California
Berkeley

LD 21-100m-6,'56
(B9311s10)476

YB 46264